

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE - UNESC**

**CURSO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**ANGELA DE MEDEIROS MARCOS**

**FUNDAMENTOS E METODOLOGIAS PARA A AVALIAÇÃO DO IMPACTO  
ODORANTE. ESTUDO DE CASO: MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SC**

**CRICIÚMA, JUNHO DE 2011.**

**ANGELA DE MEDEIROS MARCOS**

**FUNDAMENTOS E METODOLOGIAS PARA A AVALIAÇÃO DO IMPACTO  
ODORANTE. ESTUDO DE CASO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA, SC**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Engenheira Ambiental no curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Nadja Zim Alexandre

**CRICIÚMA, JUNHO DE 2011.**

**ANGELA DE MEDEIROS MARCOS**

**FUNDAMENTOS E METODOLOGIAS PARA A AVALIAÇÃO DO IMPACTO  
ODORANTE. ESTUDO DE CASO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Engenharia Ambiental, no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Controle de Qualidade do Ar.

Criciúma, 21 de Junho de 2011.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof.<sup>a</sup> Nadja Zim Alexandre - Mestre – (UNESC) - Orientadora

Prof.<sup>a</sup> Paula Tramontim Pavei - Mestre - (UNESC)

Prof.<sup>a</sup> Rosimeri Venâncio Redivo - Mestre - (UNESC)

**Dedico este trabalho a meus pais que são os principais responsáveis pelo meu sucesso.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus por estar presente em todos os momentos me dando força e coragem.

A meu pai Angelo por não medir esforços para que eu chegasse até aqui e a minha mãe Mafalda que sempre me deu força. Obrigado pelo apoio e compreensão nas horas difíceis.

Em especial a Eduardo de Oliveira Nosse pelo incentivo na escolha do tema, por ter dedicado seu tempo auxiliando na coleta de dados, dando sugestões e esclarecendo dúvidas. Agradeço também pela oportunidade de estágio no Instituto de Pesquisa Catarinense IPC/ Divisão de Poluentes Atmosféricos DPA.

Aos familiares e amigos que torceram por mim.

A minha orientadora Nadja Zim Alexandre pelas horas dedicadas a elaboração do trabalho.

A Paula Tramontim Pavei pelo apoio e colaboração com o trabalho e pela participação na banca.

A Rosimeri Venâncio Redivo por aceitar o convite de participação na banca.

Aos acadêmicos John Lenon Orsolin, Luana Damiani Rosso, Adrieli Oenning, Alexsandra G. Bernardino, Vanessa Malta, Cesar Augusto, Mauricio Cardoso e Renan Nola Schmoeler pela disponibilidade de participar do júri olfatométrico como voluntários.

A todos os professores do curso de Engenharia Ambiental que contribuíram para minha formação acadêmica.

Aos amigos e colegas de curso em especial Ana Paula, Júlia, Vaneide, e Sheila, espero que estejamos sempre em contato.

A FAMCRI e IPAT/UNESC pela disponibilização de dados utilizados no trabalho.

Ao Laboratório de Controle de Qualidade do Ar (LCQAr) da UFSC pela atenção na visita realizada para conhecer os procedimentos de avaliação de odores.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

“O que eu faço, é uma gota no meio de um oceano. Mas sem ela, o oceano será menor.”

**Madre Teresa de Calcutá**

## RESUMO

A poluição atmosférica causada por emissões odorantes tem como principal característica a capacidade de causar incomodo e desconforto a população. É um tema recente com poucos estudos e no Brasil ainda muito discutido por se tratar de algo subjetivo. Existem metodologias normatizadas para a avaliação destas emissões, porém a escassez de legislação no país impede o controle e fiscalização da poluição odorante. Este trabalho tem como objetivo apresentar o assunto, descrever as metodologias de avaliação e identificar em um mapa as fontes com potencial de emissão de odores no município de Criciúma, SC. Realizou-se ainda uma avaliação olfatométrica de áreas com influencia de fontes odorantes evidenciando a presença de odores incômodos. As fontes industriais se destacaram no estudo, além da estação de tratamento de esgoto sanitário e rio que corta a cidade. Verificou-se também a necessidade de melhoria do cadastro e fiscalização dos registros de reclamações no órgão competente. A metodologia do júri móvel se mostrou eficiente para a realização de uma avaliação preliminar dos odores emitidos identificando a presença e principais características do odor. Conclui-se com esse trabalho que deve ser criada uma legislação específica e padronizadas as metodologias de avaliação para fontes emissoras de odor.

**Palavras-chave:** Poluição atmosférica. Odor. Avaliação. Fontes. Legislação.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Perfil de temperatura em relação à altitude da atmosfera.....	17
Figura 2: Penetração do material particulado no organismo humano (sistema respiratório) em função do tamanho das partículas. ....	19
Figura 3: Detecção do odor pelo olfato humano.....	22
Figura 4: Saco Tedlar® para amostragem de odor. ....	34
Figura 5: Sistema de coleta de amostras a campo com caixa pulmão.....	35
Figura 6: Sistema de coleta de amostras a campo com bomba diafragma.....	35
Figura 7: Sistema de coleta de amostras a partir de superfície líquida. ....	36
Figura 8: Campânula amostradora de emissões odorantes instalada para monitorar um biofiltro.....	37
Figura 9: Componentes do olfatômetro ODILE 2000, instalado no Laboratório de Controle da Qualidade do Ar (LCQAr) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). ....	38
Figura 10: Painel da mesa olfatométrica. ....	39
Figura 11: Variação da intensidade odorante em função da concentração.....	40
Figura 12: Apresentação das soluções de 1-Butanol com diferentes concentrações a um membro do júri. ....	41
Figura 13: Roda de odores utilizada para determinação do caráter odorante.....	42
Figura 14: Escala dos 21 Pontos para avaliação da hedonicidade. ....	43
Figura 15: Olfatinhos olfatométricos.....	43
Figura 16: Questionário de odores via júri permanente.....	47
Figura 17: Etapas da pesquisa para levantamento dos fundamentos e metodologias para avaliação de emissões odorantes. ....	48
Figura 18: Localização geográfica do município de Criciúma. ....	51
Figura 19: Frequência relativa da direção dos ventos por trimestre, segundo dados registrados em Urussanga, SC, no período de 1977 a 1997, onde c refere-se ao período sem vento ou calmo. ....	52
Figura 20: Júri realizando avaliação em campo. ....	53
Figura 21: Localização dos pontos de observação 1 e 2 da área 1. ....	54

Figura 22: Localização dos pontos de observação 3 a 6 da área 2. ....	55
Figura 23: Principais fontes odorantes do município de Criciúma percebidas pelos acadêmicos da 7ª fase de engenharia ambiental da UNESC. ....	64
Figura 24: Localização das principais fontes odorantes do município de Criciúma percebidas pelos entrevistados. ....	65
Figura 25: Intensidade do odor percebido pelo júri móvel na área 1. ....	66
Figura 26: Caráter odorante relatado pelo júri móvel na área 1. ....	67
Figura 27: Intensidade do odor percebido pelo júri móvel na área 2. ....	68
Figura 28: Caráter odorante relatado pelo júri móvel na área 2. ....	69

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Composição básica do ar atmosférico.....	16
Quadro 2: Limites de percepção olfativo de alguns compostos odorantes. ....	24
Quadro 3: Principais compostos odorantes emitidos por indústrias. ....	25
Quadro 4: Principais atividades geradoras de odor.....	27
Quadro 5: Níveis de intensidade de odor. ....	41
Quadro 6: Número de reclamações de acordo com a fonte identificadas no registro de reclamações da FAMCRI. ....	57
Quadro 7: Relação das fontes odorantes no município de Criciúma, relacionando o potencial poluidor, código de enquadramento segundo a resolução Consema 03/06 e coordenadas geográficas. ....	59
Quadro 8: Principais poluentes odorantes de acordo com atividade geradora. ....	60
Quadro 9: Resultado da enquete aplicada a 27 alunos do curso de engenharia Ambiental da UNESC.....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo  
CG-EM - Cromatografia Gasosa Associada à Espectrometria de Massa  
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente  
CONSEMA - Conselho Estadual do Meio Ambiente  
CPCB - Central Pollution Control Board  
DEP - Department of Environmental Protection  
FAMCRI – Fundação do Meio Ambiente de Criciúma  
IPAT – Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas.  
IPC/DPA – Instituto de Pesquisa Catarinense/ Divisão de Poluentes Atmosféricos  
LCQAr – Laboratório de Controle da Qualidade do Ar  
LPO – Limite de Percepção Olfativo  
MMA – Ministério do Meio Ambiente  
PMC – Prefeitura Municipal de Criciúma  
UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina  
UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
USEPA - United States Environmental Protection Agency

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
2.1 Objetivo geral .....	15
2.2 Objetivos específicos.....	15
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
3.1 Principais poluentes atmosféricos .....	18
3.2 Emissões odorantes .....	21
3.2.1 Fontes geradoras de odor .....	26
3.3 Legislação aplicada.....	27
3.4 Metodologias de avaliação de emissões odorantes .....	30
3.4.1 Olfatometria .....	32
3.5 Análises olfatométricas .....	33
3.5.1 Amostragem .....	34
3.5.2 Determinação da concentração odorante .....	37
3.5.2.1 Intensidade odorante .....	40
3.5.2.2 Determinação do caráter odorante .....	42
3.5.2.3 Hedonicidade odorante.....	42
3.5.3 Aplicação de questionários.....	43
3.5.3.1 Enquete .....	44
3.5.4 Avaliação via júri móvel.....	45
3.5.4.1 Seleção do júri.....	46
3.5.5 Avaliação via júri permanente .....	46
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>48</b>
4.1 Aplicação do questionário via júri móvel.....	49
4.2 Área de estudo .....	50
4.2.1 Pesquisa de campo .....	53
<b>5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS .....</b>	<b>56</b>
5.1 Cadastro de reclamações .....	56
5.2 Identificação das fontes geradoras de odor .....	58
5.3 Enquete sobre percepção de odor.....	63

<b>5.4 Aplicação do questionário via júri móvel.....</b>	<b>66</b>
<b>5.4.1 Área 1 .....</b>	<b>66</b>
<b>5.4.2 Área 2 .....</b>	<b>68</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>71</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>74</b>
<b>APÊNDICE A: Questionário para seleção do júri móvel. ....</b>	<b>79</b>
<b>APÊNDICE B: Questionário de Avaliação do Impacto Odorante. ....</b>	<b>80</b>
<b>APÊNDICE C: Mapa das Fontes Odorantes no Município de Criciúma, SC.....</b>	<b>81</b>
<b>APÊNDICE D: Detalhe da Distribuição das Fontes Odorantes na Área Urbana de Criciúma.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO A: Código de Conduta do Júri para Análises Olfatométricas.....</b>	<b>83</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As atividades industriais lançam no ar todos os dias uma variedade de compostos que interferem na sua qualidade. Entre estes se encontram os chamados compostos odorantes que quando em contato com o aparelho respiratório humano são percebidos e podem causar incômodo e irritações. Segundo McGinley; McGinley; McGinley (2000) em todo mundo os odores estão entre as três reclamações mais freqüentes em relação à qualidade do ar.

Odores podem afetar o bem estar e a qualidade de vida das comunidades. O nível de incômodo depende da sensibilidade dos moradores e de fatores como frequência, intensidade, duração e grau hedônico (agradabilidade) do odor emitido.

Para a avaliação do impacto odorante existem normas internacionais e metodologias para a coleta e medição. As medidas analíticas que envolvem análises laboratoriais e os métodos sensoriais são os mais utilizados. Os métodos analíticos incluem a utilização de instrumentos que fazem a leitura direta das amostras. Estes métodos são considerados limitados, uma vez que ainda não foi desenvolvido um aparelho que imite o complexo aparelho olfativo humano. Assim, os métodos sensoriais que utilizam um júri de “narizes treinados” para a avaliação das características do odor, como a olfatometria, estão entre os mais utilizados.

A existência de uma legislação que contemple a poluição por emissões odorantes se faz necessária, tendo em vista que o controle depende de padrões que determinem níveis de qualidade adequados. Desta forma foi realizado um levantamento da legislação referente a odores no Brasil e no mundo.

O município de Criciúma, SC possui fontes com potencial de emissão de odores e com o crescimento da cidade estas se tornaram um motivo de desconforto e incômodo para a população. Registros de reclamações no órgão ambiental, dados referentes à poluição atmosférica e condições climáticas do município são ferramentas importantes para a mensuração do impacto odorante.

Nestes casos, a aplicação de questionários se mostra uma opção prática e de baixo custo para a determinação do impacto referente à emissão de odores em comunidades. Este método pode ser aplicado com uma amostra da população ou através da seleção de um júri devidamente treinado que aumenta a confiabilidade dos resultados. No presente estudo foram determinados alguns locais no município

para a realização da análise olfatométrica denominada método do questionário via júri móvel.

Foi realizado estágio no Instituto de Pesquisa Catarinense IPC/Divisão de Poluentes Atmosféricos DPA que não realiza avaliação de compostos odorantes, mas pelas dificuldades encontradas em avaliar as emissões odorantes e a crescente demanda de perícias solicitadas ao Gerente Técnico Engenheiro Eduardo de Oliveira Nosse pelo Ministério Público Estadual, o assunto despertou interesse no sentido de subsidiar futuras intervenções. Para análises de emissões odorantes a empresa possui convênio com o Laboratório de Controle da Qualidade do Ar – LCQAr da Universidade Federal de Santa Catarina, o único no Brasil que realiza avaliação de odores por olfatometria, ressaltando que existem apenas dois na América Latina. O presente trabalho contribui com a necessidade do IPC/DPA em obter um melhor embasamento teórico e atualização quanto às metodologias de medição e avaliação da poluição por emissões odorantes, visando também a possibilidade da realização de análises pela própria empresa. O assunto é recente e fazem apenas três anos que foi realizada a primeira avaliação olfatométrica em uma empresa de Criciúma, a partir de então a necessidade de estudos na área tornou-se urgente e indispensável.

Não constam trabalhos acadêmicos relacionados ao tema no Curso de Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense, como também não há registro de estudo específico quanto às emissões odorantes no município, o que faz com que este trabalho sirva como subsídio e incentivo para pesquisas na área.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Levantar as principais metodologias e diretrizes referentes à poluição por emissões odorantes, identificando as principais fontes no município de Criciúma, SC.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Realizar levantamento de legislação referente à emissão de odores
- Identificar as fontes geradoras de emissões odorantes
- Identificar atividades, produtos ou etapas associadas a essas emissões
- Descrever as metodologias de coleta e análise de emissões odorantes
- Testar a metodologia do júri móvel para avaliação do impacto odorante.
- Elaborar mapa com localização das principais fontes de emissões odorantes no município de Criciúma, SC.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

“O ar atmosférico é uma mistura de gases, contendo pequena quantidade de matérias solidas em suspensão [...]” (MACINTYRE, 1990, p. 4), sendo que a sua composição com os principais gases são apresentados no Quadro 01.

Quadro 1: Composição básica do ar atmosférico.

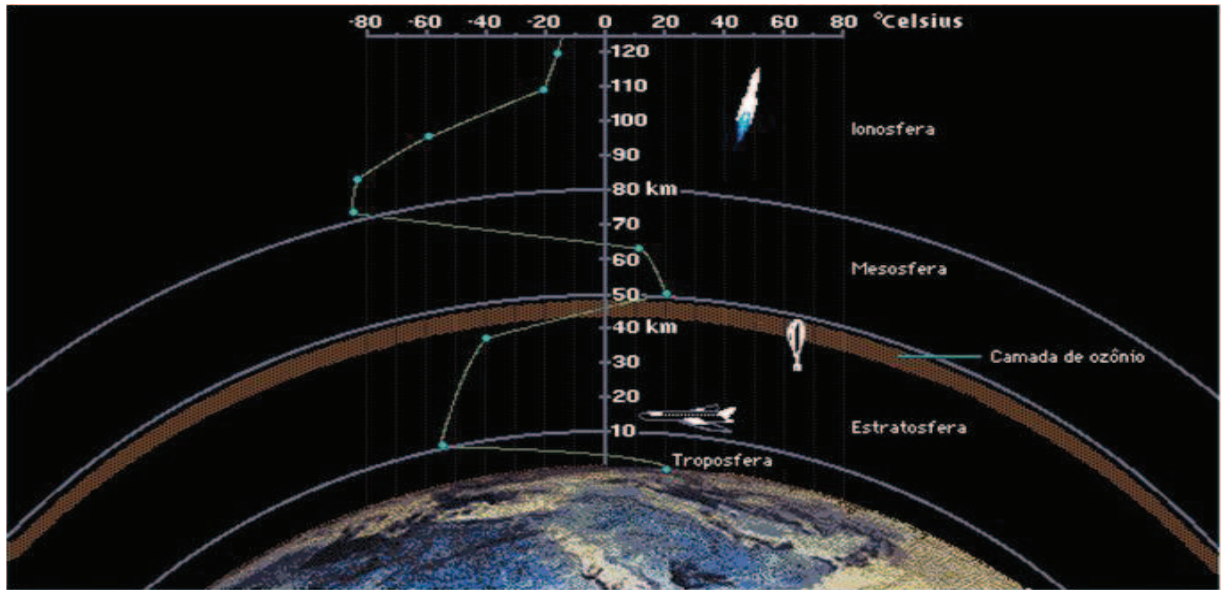
Componente	Fórmula Química	Concentração (volume)
Nitrogênio	N <sub>2</sub>	78,09
Oxigênio	O <sub>2</sub>	20,95
Argônio e outros gases nobres	Ar, He, Xe	0,93
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	0,03
Vapor d'água e outros elementos	H <sub>2</sub> O, SO <sub>2</sub> , NO <sub>2</sub> , O <sub>3</sub>	0,04 (variável)

Fonte: Adaptado de Rocha, Rosa e Cardoso, 2004.

Segundo Braga et al (2005) a forma mais adequada de descrever a estrutura da atmosfera é a classificação de acordo com o perfil de variação de temperatura e altitude.

As camadas inferiores ganham maior importância do ponto de vista ambiental, pois neste limite ocorrem a influência direta das atividades humanas e algumas reações químicas indispensáveis para que haja vida na terra (DERÍSIO, 2000). Braga et al (2005, p. 169) ainda cita “é nesta região que ocorre a maioria dos fenômenos relacionados com a poluição do ar”. A Figura 01 destaca as camadas da atmosfera.

Figura 1: Perfil de temperatura em relação à altitude da atmosfera.



Fonte: Rocha, Rosa e Cardoso, 2004.

A poluição do ar não é um problema atual, há séculos existem indícios de incômodos e consequências devido a fumaça, fuligem, dióxido de enxofre e outros produtos da combustão simples, sendo que, com o passar do tempo ocorreram episódios aonde através de investigações específicas chegou-se a conclusão que esta poluição constituía uma ameaça a saúde humana (BARKER, 1961).

Derísio (2000, p. 87) define a poluição do ar como:

“[...] a presença ou lançamento no ambiente atmosférico de substâncias em concentrações suficientes para interferir direta ou indiretamente na saúde, segurança e bem estar do homem, ou no pleno uso e gozo de sua propriedade.”

A United States Environmental Agency - USEPA (2011) considera as atividades antrópicas a principal contribuinte de poluição do ar que respiramos, entre estas se pode citar o uso de veículos automotores, a queima de combustíveis fósseis como o carvão e petróleo, e manipulação de produtos químicos. O acúmulo de gases e partículas no ar, em quantidades consideráveis, é prejudicial ao ser humano e ao meio ambiente.

“A poluição atmosférica pode ser definida como qualquer forma de matéria ou energia com intensidade, concentração, tempo ou características que possam tornar o ar impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e à flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e à qualidade de vida da comunidade” (MMA, 2011).

### 3.1 Principais poluentes atmosféricos

Vários autores, entre eles Derísio (2000), definem poluente atmosférico como “qualquer substância presente no ar em concentrações suficientes para torná-lo impróprio e causar danos ao bem estar da população, fauna, flora e aos materiais”.

A Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 003 de 22 de agosto de 1990, define em seu artigo 1°, parágrafo único, poluente atmosférico.

“[...] qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar:  
I - impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;  
II - inconveniente ao bem-estar público;  
III - danoso aos materiais, à fauna e flora.  
IV - prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade” (BRASIL, 1990, p. 1).

Para Harrison (2000) os poluentes atmosféricos podem estar presentes em forma gasosa ou particulada, incluindo partículas sólidas e gotículas de água com tamanhos variáveis, sendo que a sua concentração é expressa em  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Braga et al (2005) diz que os poluentes são classificados em primários, aqueles lançados diretamente no ar, e secundários, que se formam na atmosfera através de reações químicas na presença de determinadas substâncias e condições físicas.

A USEPA (2011) explica que com a finalidade de controle dos poluentes atmosféricos as agências reguladoras nacionais e internacionais estabeleceram um grupo de poluentes que servem como indicadores da qualidade do ar, entre eles:

- Material Particulado (MP)
- Dióxido de Enxofre ( $\text{SO}_2$ )
- Monóxido de Carbono (CO)

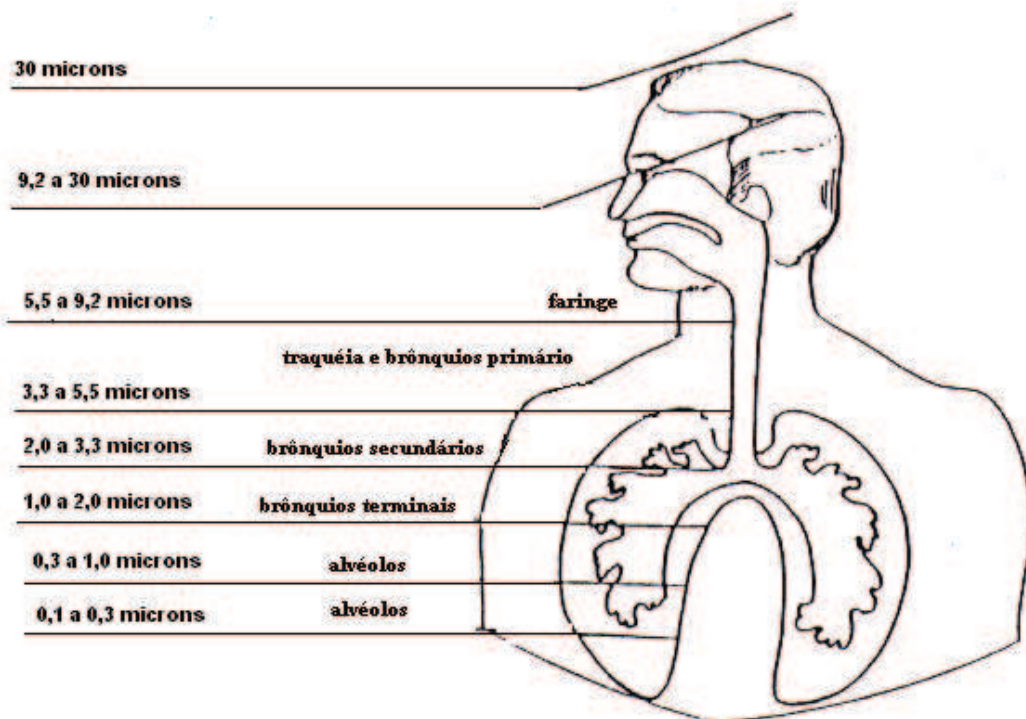
- Oxidantes Fotoquímicos (Ozônio – O<sub>3</sub>)
- Compostos Orgânicos Voláteis (COVs)
- Óxidos de Nitrogênio (NO<sub>x</sub>)

Apesar da variedade de poluentes existentes estes foram selecionados em razão da frequência de ocorrência e de seus efeitos adversos (CETESB, 2011).

O material particulado ou partícula total em suspensão consistem em pequenas frações de material sólido ou líquido capazes de permanecer em suspensão. Nesta classe de poluentes se enquadram fuligem, poeira, partículas de óleo e pólen (BRAGA et al, 2005).

De acordo com USEPA (2011) o tamanho das partículas está diretamente ligado ao seu potencial de causar problemas de saúde, sendo que as partículas que possuem diâmetro menor que 10 µm são aquelas capazes de passar pelo nariz e garganta afetando os pulmões. A figura 02 mostra a penetração das partículas em suspensão no organismo humano em função do tamanho das mesmas.

Figura 2: Penetração do material particulado no organismo humano (sistema respiratório) em função do tamanho das partículas.



Fonte: Willey e Sons (1998) apud Alexandre (1999).

O dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) pertence a um grupo de gases altamente reativos conhecidos como óxidos de enxofre (USEPA, 2011). A maior fonte de emissão deste poluente é a combustão de combustíveis fósseis, onde se pode citar a queima de carvão nas usinas termelétricas e outras atividades industriais. A concentração do  $\text{SO}_2$  no ar que respiramos causa efeitos adversos no sistema respiratório (HARRISON, 2000).

Braga et al (2005, p.170) define como monóxido de carbono (CO) um “composto gerado nos processos de combustão incompleta de combustíveis fósseis e outros materiais que contenham carbono em sua composição.”

Nas áreas urbanas maior parte das emissões de CO é proveniente de fontes móveis. Devido à afinidade do CO com a hemoglobina do sangue, esta combinação reduz a capacidade do sangue de transportar oxigênio, sendo que em níveis extremos de concentração pode levar a morte (USEPA, 2011).

Outro poluente a ser considerado quando se trata de controle da poluição atmosférica são os chamados compostos orgânicos voláteis (COVs), que segundo CETESB (2011) são gases e vapores resultantes da queima incompleta e evaporação de combustíveis e de outros produtos orgânicos voláteis.

Derísio (2000) destaca que oxidantes fotoquímicos é a denominação que se da à mistura de poluentes secundários formados pela reação dos hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio ( $\text{NO}_x$ ) na presença de luz solar.

Escapamento de veículos, emissões industriais, vapores de gasolina, solventes químicos e fontes naturais emitem óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis contribuindo para a formação do ozônio em altas concentrações ao nível do solo, que é altamente prejudicial (USEPA, 2011).

Os óxidos de nitrogênio são formados principalmente durante os processos de combustão através da combinação do nitrogênio atmosférico e oxigênio em altas temperaturas (HARRISON, 2000). De acordo com a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2011) “o monóxido de nitrogênio (NO) sob a ação de luz solar se transforma em dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) e tem papel importante na formação de oxidantes fotoquímicos como o ozônio.”

### 3.2 Emissões odorantes

A característica principal das emissões odorantes é o seu potencial de causar incômodo e desconforto às comunidades que residem no entorno de fontes emissoras. No entanto, apenas alguns países possuem legislação que regulamentam medidas de controle, métodos de avaliação e padrões de emissão para odor.

“De todos os tipos de poluição ambiental, os odores estão entre os mais difíceis de regular, porque um cheiro desagradável é considerado algo subjetivo e, portanto, legalmente indefinível” (LACEY; SCHIRMER; LISBOA, 2008, p. 369). Desta forma, Mackie et al (1998) citam que este tipo de poluição é apenas reconhecido quando existem reclamações.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) (1993) define odor como “sensação que resulta da estimulação dos órgãos olfativos, ou seja, é a experiência de perceber um cheiro”. Já o termo odorante conforme Muniz (2007, p. 28) “se refere a alguma substância química (composto odorante) no ar que é parte da percepção do odor”

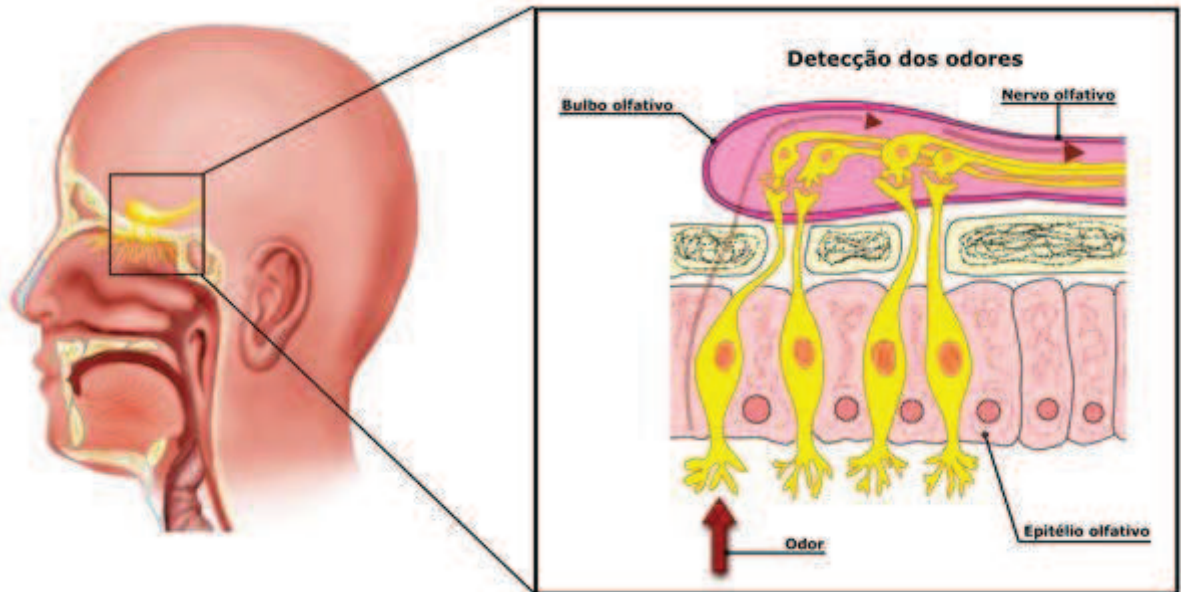
“De modo geral, os odores são resultantes das sensações de moléculas químicas de naturezas diversas (orgânicas ou minerais voláteis com propriedades físico-químicas distintas) que interagem com o sistema olfativo de um corpo, causando impulsos que são transmitidos ao cérebro” (BELLI FILHO e DE MELO LISBOA, 1998; PROKOP, 1986 apud LACEY; SCHIRMER; LISBOA, 2008, p. 369).

Os autores destacam ainda que o odor não é um contaminante específico, mas uma propriedade que pode ser detectada ou medida através dos efeitos que causa no organismo humano. Desta forma um odor está diretamente ligado à presença no ar de uma ou mais substâncias capazes de afetar o sistema olfativo humano.

Para Schwab (2003) o sentido do olfato é o mais desconhecido e intrigante dos sentidos humano, ainda que se afirme ser o mais antigo. Poucos percebem tamanha importância deste sentido em um mundo onde quase tudo tem odor, sendo que afeta o comportamento das pessoas sem que elas percebam, gerando reações inconscientes de calma, irritabilidade, medo, coragem, entre outras. No entanto, com o desenvolvimento do raciocínio ligado às habilidades de

visão e audição colocou-se o olfato um pouco mais de lado. A figura 3 mostra como funciona a detecção de um odor pelo sistema olfativo humano.

Figura 3: Detecção do odor pelo olfato humano.



Fonte: BERNISTEIN, 2010.

Estudos científicos indicam uma dificuldade de se investigar o olfato devido a alguns fatores curiosos, entre estes o fato da câmara olfativa localizar-se no alto do nariz, o que torna o seu acesso difícil. No cérebro a região que processa os dados enviados fica bem no miolo da massa cinzenta, onde não se pode avaliar a atividade (OLIVEIRA; SILVA, 1997). Além disso, “cada pessoa tem aproximadamente 25 milhões de receptores olfativos e todos eles podem ser diferentes entre si” (OLIVEIRA,1988).

Mackie et al (1998) ressaltam que capacidade do nariz humano é muito maior do que se imagina sendo imensa a variedade de odores capazes de serem reconhecidos.

O nariz humano contém mais de 100 milhões de receptores especializados, ou sensores, que atuam conjuntamente em complexas operações para identificação destas moléculas. O cérebro é capaz de interpretar esses padrões a fim de distinguir os diversos tipos de odores (FIRESTEIN, 2001; BBC NEWS, 2007 apud LISBOA; PAGE; GUY, 2009).

“O mecanismo fundamental da sensação olfativa ainda não foi totalmente compreendido. Nenhuma teoria foi capaz de explicar a percepção dos aromas, sua concentração e intensidade nem as diferenças de qualidade ou a adaptação aos odores. Caso típico é observar que diferentes moléculas podem ter a mesma sensação odorante” (KOE, 1989 *apud* GOSTELOW; PARSONS; STUETZ, 2001 *apud* LISBOA; PAGE; GUY, 2009, p. 10)

O ser humano é capaz de detectar mais de 10.000 (dez mil) odores, porém muitas vezes se torna difícil descrever o cheiro de determinada substância e, além disso, cada indivíduo possui diferentes percepções quanto aos odores (MACKIE et al, 1998).

Incômodos causados por maus odores podem ser considerados um dos problemas mais complexos de poluição atmosférica devido à dificuldade de se desenvolver uma ferramenta de avaliação precisa e confiável, sendo que nenhuma metodologia é padronizada ou reconhecida no Brasil (BELLI FILHO; LISBOA; CARMO, 2004).

Para Department of Environmental Protection (DEP) (2002) reclamações devido a odores ocorrem quando estes se tornam incômodos e desagradáveis sendo influenciados por cinco fatores:

- Freqüência de ocorrência;
- Intensidade do odor;
- Duração de exposição ao odor;
- Grau de incômodo;
- Localização do odor.

Lisboa; Page; Guy (2009) destacam que os quatro aspectos principais associados à caracterização de um odor são o caráter ou qualidade do odor, hedonicidade ou agradabilidade, concentração da substância odorífera e a intensidade na qual o observador é submetido. Estes são fatores essenciais para uma descrição completa de determinado odor. Através de técnicas de medição de odores é possível calcular estes fatores incluindo o limite de percepção olfativo, ou seja, a mínima concentração em que um odor pode ser percebido. O quadro 2 ilustra alguns compostos odorantes e seus respectivos limites de percepção olfativo (LPO).

Quadro 2: Limites de percepção olfativo de alguns compostos odorantes.

Composto	Limite de Percepção (ppm)	Composto	Limite de Percepção (ppm)
Acetaldeído	0,21	Metil isobutil cetona	0,47
Acido acético	1	Metil mercaptana	0,0021
Acido butílico	0,001	Metil metacrilato	0,21
Acido clorídrico	10	Nitrobenzeno	0,0047
Acetona	100	Paracresol	0,001
Acroleína	0,21	Paraxileno	0,47
Amoníaco	46,8	Percloroetileno	4,68
Anilina	1	Fenol	0,047
Benzeno	4,68	Piridina	0,021
Cloreto de benzila	0,047	Estireno	0,047
Dimetil amina	0,047	Acido sulfídrico	0,00047
Dióxido de enxofre	0,47	Tetracloroeto de carbono	100
Etil mercaptana	0,001	Tolueno	2,14
Formaldeído	1	Trimetilamina	0,00021
Metil etil cetona	10		

Fonte: Adaptado de Shimer et al, 2007.

Segundo Carvalho (2001 apud LACEY; SCHIRMER; LISBOA, 2008) “as substâncias odorantes compreendem uma gama enorme de diferentes produtos químicos”, no entanto a sua estrutura ou função química não influenciam se o odor percebido é mais intenso ou menos agradável.

Shimer et al (2007) dizem que os compostos odorantes são uma mistura de gases e moléculas orgânicas e inorgânicas que compreendem as seguintes famílias de compostos: compostos nitrogenados; compostos sulfurados; compostos oxigenados e hidrocarbonetos, sendo alguns destes compostos são apresentados no quadro 3.

Os compostos geradores de odor mais comuns são o ácido sulfídrico ( $H_2S$ ) com cheiro característico de ovo podre e a amônia ( $NH_3$ ) com forte odor pungente. O bissulfeto de carbono, mercaptanas, produtos da decomposição de proteína de origem animal, fenóis e alguns hidrocarbonetos são odorantes muito comuns. Os maus odores são geralmente provenientes da digestão anaeróbia de matéria orgânica úmida como esterco (CPCB, 2008).

Quadro 3: Principais compostos odorantes emitidos por indústrias.

Composto Odorante	Fórmula Química
<b>Compostos Inorgânicos</b>	
Amônia	NH <sub>3</sub>
Cloro	Cl <sub>2</sub>
Gás Sulfídrico	H <sub>2</sub> S
Ozônio	O <sub>3</sub>
Dióxido de Enxofre	SO <sub>2</sub>
<b>Ácidos</b>	
Acido Acético	CH <sub>3</sub> COOH
Acido Butírico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> COOH
Acido Propionico	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> COOH
<b>Alcoóis</b>	
Álcool Amílico	C <sub>5</sub> H <sub>11</sub> OH
Álcool Butílico	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> OH
<b>Aldeídos e Cetonas</b>	
Formaldeído	HCHO
Acetaldeído	CH <sub>3</sub> CHO
Butiraldeído	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> CHO
Acetona	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>
<b>Aminas</b>	
Metilamina	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>
Dimetilamina	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH
Trimetilamina	(CH <sub>3</sub> ) <sub>3</sub> N
Etilamina	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>
Dietilamina	(C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>2</sub> NH
Di-Isopropilamina	(C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> ) <sub>2</sub> NH <sub>2</sub>
Dibutilamina	(C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> ) <sub>2</sub> NH
n Butilamina	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>
<b>Mercaptanas</b>	
Alil Mercaptana	CH <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> SH
Amil Mercaptana	CH <sub>3</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>4</sub> SH
Benzil Mercaptana	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> CH <sub>2</sub> SH
Etil Mercaptana	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> SH
Metil Mercaptana	CH <sub>3</sub> SH
Fenil Mercaptana	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> SH
Propil Mercaptana	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> SH
<b>Sulfetos</b>	
Dietil Sulfeto	(C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> S
Dimetil Sulfeto	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S
Dimetil Disulfeto	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub>
Difenil Sulfeto	(C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> S
<b>Compostos Heterocíclicos</b>	
Indol	C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> (CH) <sub>2</sub> NH
Piridina	C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N
Escatol	C <sub>9</sub> H <sub>9</sub> N
Thiocresol	CH <sub>3</sub> C <sub>6</sub> H <sub>4</sub> SH

Fonte: Adaptado de CPCB, 2008.

Os efeitos da exposição humana a substâncias odorantes podem ser de caráter fisiológico ou psicológico. Segundo Metcalf e Eddy (1985 apud Giuliano e Giuliano, 2008, p. 2) “os odores podem diminuir o apetite, prejudicar a respiração, causar náuseas e vômitos e criar perturbações de humor.” Schwab (2003) acrescenta que os odores incômodos podem disparar somatizações e doenças de origem psicológica, comprometendo seriamente a qualidade de vida da maioria das pessoas afetadas.

Como os compostos odorantes são naturalmente inalados, estes podem ser absorvidos pela corrente sanguínea e causar diversos males dependendo da sua origem, como também os compostos puramente odorantes podem se tornar um incômodo a saúde (QUADROS, 2004 apud GODKE, 2009).

Além disso, o nariz humano é altamente sensível, capaz de detectar os odores em concentrações extremamente baixas (HESKET e CROSS, 1989; SCHIRMER, 2004 apud LACEY; SCHIRMER; LISBOA, 2008). Desta forma Schwab (2003) enfatiza que pessoas expostas a concentrações baixas de contaminantes químicos não estão isentas de riscos a saúde e relaciona este risco com o problema dos odores.

### **3.2.1 Fontes geradoras de odor**

As fontes geradoras de odor são variadas, sendo a maioria de origem antrópica. Ações comuns como a destinação incorreta de resíduos e problemas no tratamento de esgoto produzem odores muito desagradáveis. As atividades industriais contribuem com grande parte da poluição odorante e entre elas estão fabricação de papel e celulose, abatedouros, indústria química, alimentícia, curtumes, criação de aves, entre outros (CPCB, 2008). O quadro 4 mostra os principais poluentes odorantes emitidos de acordo com a fonte geradora.

Quadro 4: Principais atividades geradoras de odor.

<b>Atividade</b>	<b>Compostos Odorantes</b>
Papel e Celulose	CH <sub>3</sub> , SH, H <sub>2</sub> S, SO <sub>2</sub> , F <sub>2</sub> , CH <sub>3</sub> CHO, CH <sub>3</sub> '2S
Fertilizantes	NH <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub> , F <sub>2</sub>
Pesticidas	CH <sub>3</sub> CHO, NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S
Curtumes	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, CH <sub>4</sub> , Compostos Orgânicos Voláteis
Produção de Açúcar e Destilarias	H <sub>2</sub> S, NH <sub>3</sub>
Química	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, Cl <sub>2</sub> , Mercaptanas, Fenóis
Tinturaria	NH <sub>3</sub> , H <sub>2</sub> S, SO <sub>2</sub> , Mercaptanas
Farmacêutica	H <sub>2</sub> S, SO <sub>2</sub> , Mercaptanas
ETE (Esgoto Sanitário)	CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S, Mercaptanas
Resíduos Sólidos Municipais	H <sub>2</sub> S, Mercaptanas
Abatedouros	CH <sub>4</sub> , H <sub>2</sub> S, Mercaptanas

Fonte: Adaptado de CPCB, 2008.

Atividades de pequeno porte e de prestação de serviços como, por exemplo, padarias, pizzarias, supermercados, banheiros públicos, hospitais, entre outros também são capazes de gerar incômodo aos usuários e à vizinhança. Nestes casos o odor que poderia ser considerado agradável é motivo de desconforto devido a sua frequência ou duração.

### 3.3 Legislação aplicada

Em função da sua subjetividade, o odor é um dos parâmetros mais difíceis de regular, sendo poucos os países onde existe legislação referente a emissões odorantes. Em âmbito federal não existe lei específica referente à poluição por odor. No entanto, a Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA considera como poluição todas as atividades que direta ou indiretamente afetem o bem estar da população.

No Brasil a resolução do CONAMA nº 003 de 1990 que dispõe sobre os padrões de qualidade do ar e a resolução nº 382 de 2006 que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas são os instrumentos legais que regulamentam a questão do controle de poluentes atmosféricos. No entanto, estas resoluções não abordam a questão das emissões odorantes, estabelecendo apenas que a qualquer momento poderão ser

estabelecidos padrões de qualidade para outros poluentes se julgado necessário e considera obrigação dos estados o estabelecerem padrões de emissão mais restritivos quando for o caso.

Schirmer (2004 apud LACEY; SCHIRMER; LISBOA, 2008) diz que como vem ocorrendo no âmbito internacional, existe a expectativa de que no Brasil ocorra um aumento no controle destas fontes com a adoção de padrões de emissão e até a criação de um programa de controle para atividades geradoras de odor.

Em Santa Catarina, o Decreto 14.250 de 1981 instituía em seu art. 31 a proibição de “emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em quantidades perceptíveis fora dos limites de propriedade da fonte emissora”. Este Decreto estabelecia ainda uma lista de poluentes com seus respectivos limites de percepção de odor (LPO) determinado pela sua concentração detectável no ar (SANTA CATARINA, 1981).

No entanto, a Lei nº 14.675 de 2009, que instituiu o Novo Código Ambiental no estado de Santa Catarina e que revoga o Decreto n. 14.250/1981, recomenda em seu artigo 179 que “a definição dos padrões de qualidade do ar deve ser aquela prevista em normas federais, cabendo ao Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA) estabelecer padrões adicionais aos existentes no âmbito federal” (SANTA CATARINA, 2009).

Entre os estados da Federação, o Paraná é o único que regulamenta a poluição por substâncias odorantes, através da Resolução da Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) nº 54 de 2006 do Paraná. O artigo 12 desta Resolução determina que as atividades geradoras de substâncias odoríferas, com taxa de emissão acima de 5.000.000 UO/h (Unidades de Odor por hora), deverão promover instalação de equipamento visando à captação e remoção do odor. Este instrumento legal indica que as análises devem ser feitas por olfatométrica e determina eficiência de 85% para os equipamentos de controle das emissões (PARANÁ, 2006).

Desta forma, a falta de instrumentos legais que regulamentem emissões odorantes tanto em nível federal quanto estadual, tem feito com que técnicos catarinenses recorram à Resolução SEMA nº 54 de 2006 do estado do Paraná quando necessário (Engº Eduardo de Oliveira Nosse, comunicação pessoal).

Diferente do que ocorre no Brasil, alguns países estão mais avançados em relação ao controle do odor. Como exemplo pode-se citar a Austrália, Reino

Unido, Alemanha, Japão, entre outros, sendo que na maioria dos casos os estados têm a responsabilidade de estabelecer políticas para odores.

A Austrália é referência em relação ao controle de poluição por odor. A criação da norma Australiana DR 99306 - Qualidade do ar – determinação da concentração de odor por olfatosmetria dinâmica foi o ponto de partida para que fosse possível quantificar a poluição odorante (ODOURNET, 2011a).

Os Estados Unidos não possuem legislação específica para controle de odor, no entanto, possuem normas técnicas utilizadas para avaliação de odores por olfatosmetria. Como exemplo cita-se a norma ASTM E679-04 (Standard Practice for Determination of Odor and Taste Thresholds By a Forced-Choice Ascending Concentration Series Method of Limits) para a determinação do limite de percepção olfativo (ODOURNET, 2011a).

O Japão possui um longo registro em regulamentação de odores sendo que se baseiam em um método específico de olfatosmetria e estabelece padrões para limites de percepção de odor compatíveis com a norma europeia. O controle teve início em 1971 com a criação de uma lei de controle de odores ofensivos (Offensive Odour Control Law) com sua última atualização em 2003. Esta lei tem o intuito de promover medidas preventivas contra odores ofensivos e de regulamentar as emissões odorantes provenientes de atividades industriais (ODOURNET, 2011a; Ministry of the Environment, 2003).

A lei que trata do controle de qualidade do ar na Alemanha é conhecida como Federal Immission Control act de 1990. Esta lei estabelece que todos os odores provenientes de qualquer instalação comercial são considerados incômodos, no entanto, para fins de licenciamento determina quando o odor causa um incômodo significativo. O país também conta com diversas normas técnicas para a determinação de emissões odorantes, sendo que na maioria dos casos fornecem recomendações detalhadas de acordo com a atividade geradora. A norma VDI3475 Part 1 - Emission Reduction for Biological Waste Treatment Units, por exemplo, se refere exclusivamente às unidades de tratamento de efluentes. Quanto aos odores provenientes de atividades agrícolas, pode-se citar a norma VDI3471 de 1986 que controla emissões para a criação de porcos e galinhas (ODOURNET, 2011a).

De forma geral, a União Europeia através da diretiva implementada em 1999, estipula que emissões odorantes serão prevenidas ou quando não aplicável à prevenção, deverão ser reduzidas no intuito de alcançar um alto nível de proteção

ambiental. A lei europeia estabelece padrões de emissão e de qualidade calculadas em  $OU_E m^{-3}$  (Unidades de Odor Europeia por metro cúbico) e destaca a metodologia para determinação da concentração de odor por olfatométrica dinâmica, estabelecida pela norma BS EN 13725:2003 (Air quality. Determination of odour concentration by dynamic olfactometry). Esta Lei é adotada em vários países (ODOURNET, 2011a).

Destaca-se ainda que em diversos países como Inglaterra, Alemanha, Austrália e Japão existem manuais com diretrizes para a avaliação de impactos odorantes, licenciamento de novas atividades com potencial de emissão de odor, análise de risco odorante, planos de gerenciamento e controle de odores, entre outros. Como exemplo cita-se o Guia de Gerenciamento de Odor do Reino Unido (H4 Odour Management Guidance) que estabelece procedimentos para o licenciamento de atividades com alto potencial de emissão de odores.

A Nova Zelândia, Austrália, Índia, Canadá e Alemanha também possuem guias completos para avaliação de impacto e gerenciamento de odores, citando-se:

- Good Practice Guide to Assessing and Managing Odour in New Zealand, publicado em junho de 2003 na Nova Zelandia;
- Assessment and management of odour from stationary sources in NSW, publicado em novembro de 2006 na Australia.
- Guidelines on Odour Pollution & Its Control, publicado em maio de 2008 na India.
- NASM Odour Guide for Ontario Regulation, publicado em 2003 no Canadá.
- German Technical Instructions on Air Quality Control, na Alemanha.

### **3.4 Metodologias de avaliação de emissões odorantes**

Lisboa et al (2010) destacam que apesar das tentativas, ainda não foi possível desenvolver um aparelho capaz de imitar o olfato humano para realizar medições precisas e aceitáveis dos odores. Os instrumentos existentes são limitados e não oferecem a sensibilidade necessária. Schwab (2003) diz que não existem técnicas específicas para avaliação da maior parte dos gases odorantes,

apenas para alguns considerados perigosos como é o caso do gás sulfídrico. Para Odournet (2011b) a problemática está na dificuldade das medições e interpretação dos dados devido à falta de referências e metodologias de aceitação geral e da reprodutividade dos resultados. Segundo Mackie et al (1998) para a medição e avaliação de odores existem os métodos diretos que envolvem o uso do nariz humano como detector, geralmente na forma de um painel de avaliadores; e os métodos indiretos que medem a concentração de partículas voláteis.

Lisboa et al (2010) dizem que a medição de odores é dividida em duas classes ou tipos e que estas são complementares. Os autores explicam que os métodos sensoriais ou análises olfatométricas medem os efeitos que o odor produz quando percebido por um observador através do olfato humano, enquanto que as técnicas que utilizam análises físico-químicas quantificam os principais compostos odorantes presentes e determinam sua composição química.

Existe ainda uma nova técnica que utiliza os chamados Narizes Eletrônicos para medição do odor em tempo real.

“Sistemas automáticos para reconhecimento de odores são compostos por um *hardware* e um *software*. Neles, um sistema de amostragem coleta uma fração do odor, levando-a ao conjunto dos sensores, os quais convertem as variáveis químicas em sinais elétricos que são transmitidos a um computador, onde são processados e interpretados” (PIOGGIA, 2007 apud LISBOA; PAGE; GUY, 2009).

Com relação aos Narizes Eletrônicos, Lisboa; Page; Guy (2009, p. 9) informam que “são instrumentos capazes de medir a concentração ou intensidade odorante de modo similar a um olfatômetro, mas sem as limitações inerentes ao uso de painéis humanos, o que é altamente desejável”.

Quadros (2004) cita que “as análises físico-químicas têm por objetivo detectar a presença de compostos, odorantes ou não, numa amostra de gás ou ar atmosférico e de ambientes fechados.” Entre os métodos analíticos mais utilizados encontra-se a utilização da cromatografia gasosa associada à espectrometria de massa (CG-EM), no entanto “essa técnica é cara e demorada e seus resultados não dão nenhuma informação a respeito da percepção humana” (DI FRANCESCO et al, 2001 apud LISBOA; PAGE; GUY, 2009). Além disso, Belli Filho et al (2000, p. 2) afirmam que “as determinações físico-químicas não são suficientes para identificar as propriedades odorantes das moléculas.”

O que acontece é que as metodologias que utilizam instrumentos são muito úteis quando o odor analisado possui características perigosas como no caso de substâncias químicas, no entanto, não são capazes de perceber odores em concentrações muito baixas ou realizar análises subjetivas (SCHWAB, 2003). Portanto, para Quadros (2004) a análise realizada pelo sistema olfativo humano é indispensável para a determinação do nível de percepção do odor como também dos efeitos subjetivos como a agradabilidade ou o incômodo causado pela amostra.

Como a olfatométrica não é capaz de identificar a composição química dos odores, a combinação destes com os métodos instrumentais é essencial para que se obtenha uma análise mais completa e confiável.

Outro método utilizado, porém ainda em desenvolvimento, é a modelagem de dispersão atmosférica para odores. Quando se conhece ou é possível estimar a taxa de emissão odorante os modelos de dispersão fazem a previsão da concentração de odores no entorno da fonte, determinando a área de impacto. (ENVIRONMENT AGENCY, 2002).

### **3.4.1 Olfatométrica**

De acordo com Odournet (2011b) a olfatométrica é direcionada a caracterização de odores e como ainda não existem métodos que simulem satisfatoriamente o sentido do olfato, o nariz humano é o sensor mais adequado.

A olfatométrica gera análises sensoriais normatizadas, sendo que a principal ferramenta para medir as características do odor é um júri de narizes “treinados” ou um grupo de especialistas escolhidos com base em critérios rigorosos (PAGE, 2011).

De acordo com Lisboa et al (2010) através das técnicas olfatométricas pode-se determinar:

- A concentração de moléculas odorantes no ar;
- O limite de percepção olfativa (K50)
- O limite de caracterização olfativa
- O limite de identificação olfativa
- A eficiência de um processo de tratamento de gases odorantes;

- A intensidade odorante de uma amostra gasosa;
- A hedonicidade odorante de uma amostra gasosa;
- O caráter intensidade odorante de uma amostra gasosa.
- O impacto odorante de uma fonte mediante o uso de questionários, enquetes ou júri móvel.

“Diversas são as técnicas olfatométricas que podem ser utilizadas para a estimativa do impacto odorante sobre uma comunidade ou para determinação das emissões odorantes a partir de fontes antrópicas ou naturais” (LISBOA et al, 2010, p. 3). Quadros (2004) afirma que são três os métodos utilizados: a olfatometria com olfatômetros, o método do butanol e através da aplicação de questionários.

### 3.5 Análises olfatométricas

A análise olfatométrica refere-se a um teste de quantificação ou medição da concentração de uma amostra de odor, com o objetivo principal de determinar o limite de percepção olfativo (PAGE, 2011).

Para melhor compreensão dos métodos olfatométricos algumas definições básicas se fazem importantes como as seguintes:

- Limite de Percepção Olfativo (K50): corresponde a um número adimensional referente à concentração de moléculas odorantes no ar na qual existem 50% de probabilidade de percepção por um júri de pessoas e que pode ser determinado tanto para um composto puro como para uma mistura de compostos (LE CLOIREC et al, 1991 apud LISBOA et al, 2010).

- Limite de Caracterização Olfativa: “concentração de odor na qual 50% dos membros de um júri são capazes de reconhecer nominalmente um produto odorante” (SIAAP, 1991 apud LISBOA et al, 2010, p.12 )

- Limite de Identificação Olfativa: “concentração de odor na qual 100% dos membros de um júri caracterizam o odor analisado. Corresponde à possibilidade de reconhecimento da presença do composto e de sua natureza” (AFNOR X 43-103, 1990; GAUTHIER, 1993 apud LISBOA et al, 2010, p.12 ).

- Olfatômetro: um equipamento eletrônico que realiza a diluição de uma amostra odorante com um gás neutro e disposição ao nariz humano com vazão e

tempo pré-determinados (CARON et.al, 2000 apud QUADROS, 2004). Obtidas as respostas do júri os dados são analisados estatisticamente a fim de se calcular a concentração de odor.

O Laboratório de Controle da Qualidade do Ar (LCQAr) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) realiza trabalhos de amostragem, medição e avaliação de odores e conta com o olfatômetro de diluição dinâmica ODILE, instalado em setembro de 2003, adquirido da empresa canadense ODOTECH, sendo o primeiro equipamento deste gênero instalado no Brasil. Com o objetivo de identificar e quantificar o impacto odorante o LCQAr analisa as características das amostras de odor: concentração, intensidade, hedonicidade e caráter (LCQAR, 2011).

### 3.5.1 Amostragem

As amostras de ar podem ser coletadas em sacos Tedlar® (marca registrada DuPont), ilustrado na figura 4, resistentes a adsorção de odores e formam uma barreira a gases, com capacidade de aproximadamente 60 litros de ar. A amostragem pode ser feita de forma direta ou indireta como também em fontes superficiais (LISBOA et al, 2010).

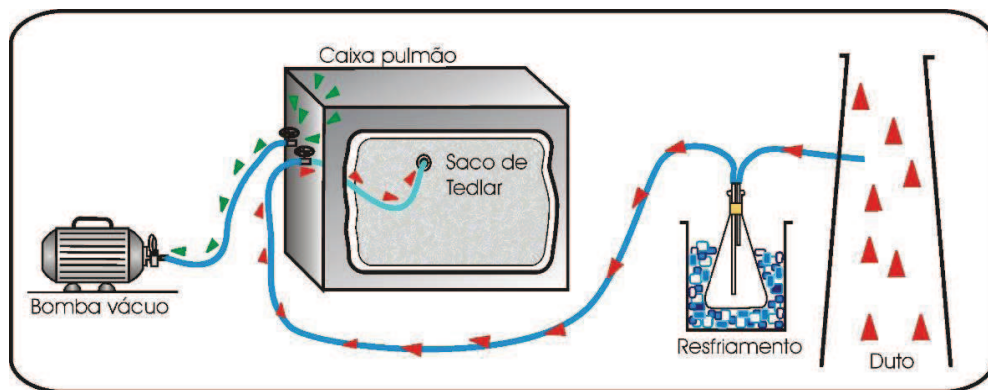
Figura 4: Saco Tedlar® para amostragem de odor.



Fonte: MARCOS, 2011.

Para a amostragem indireta é utilizado o método conhecido como caixa pulmão ilustrado na figura 5, onde se coloca o saco no interior de um vaso hermeticamente fechado conectado a uma bomba de aspiração de ar para sucção criando um vácuo. O saco é então enchido até que as pressões do interior e exterior sejam equivalentes, sendo que o gás passa por um sistema de resfriamento para condensação dos vapores de água antes de atingir o saco (LISBOA et al, 2010).

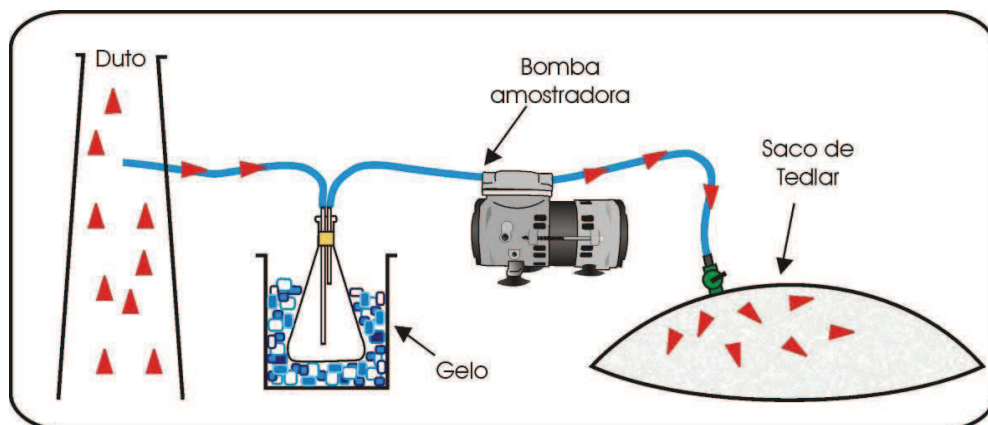
Figura 5: Sistema de coleta de amostras a campo com caixa pulmão.



Fonte: Lisboa et al, 2010.

No caso da amostragem direta a amostra passa por uma bomba diafragma pressão/vácuo com interior revestido em inox que não absorve odores, sendo que no caso de amostras em altas temperaturas ou com alta umidade utiliza-se um sistema de resfriamento (LISBOA et al, 2010). A figura 6 ilustra este sistema de coleta.

Figura 6: Sistema de coleta de amostras a campo com bomba diafragma.

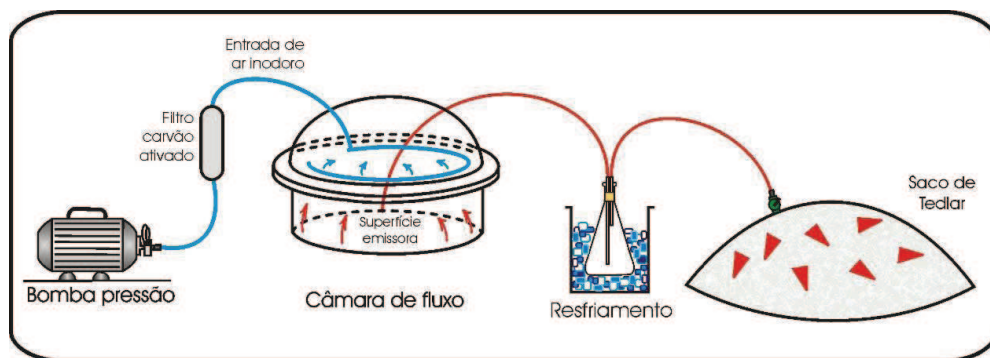


Fonte: Lisboa et al, 2010.

A amostragem também pode ser feita em fontes superficiais sólidas ou líquidas ou locais abertos como, por exemplo, na medição de odores provenientes de estações de tratamento de efluentes e biofiltros (LISBOA et al, 2010).

Nas emissões que ocorrem a partir de uma superfície utiliza-se uma câmara de fluxo, sendo possível determinar a taxa de emissão específica dos compostos odorantes por unidade de área (LISBOA et al, 2010). Este é representado pela figura 7.

Figura 7: Sistema de coleta de amostras a partir de superfície líquida.



Fonte: Lisboa et al, 2010.

Outra forma de amostragem utiliza a chamada campânula amostradora para medir a taxa de emissão odorante e investigar a homogeneidade em biofiltros abertos conforme a norma alemã VDI 3477. A figura 8 mostra uma campânula sendo utilizada (LISBOA et al, 2010).

Figura 8: Campânula amostradora de emissões odorantes instalada para monitorar um biofiltro.



Fonte: Lisboa et al, 2010.

### 3.5.2 Determinação da concentração odorante

Lacey; Schirmer; Lisboa (2008, p. 371) dizem que “a norma VDI 3882 - Part 1 (1992) estabelece que a concentração de uma dada amostra odorante é determinada pela diluição com ar puro até que o limite de percepção seja atingido.”

A concentração odorante é dada em unidades de odor por metro cúbico de ar avaliado ( $\text{UO} \cdot \text{m}^{-3}$ ), onde  $1 \text{ UO} \cdot \text{m}^{-3}$  equivale à concentração em que 50% dos jurados percebe o odor e 50% não o percebe (limite de percepção olfativo (LPO – K50) (LACEY; SCHIRMER; LISBOA, 2008).

Para a detecção do LPO (K50) é utilizado um olfatômetro de diluição dinâmica, definido como o instrumento que emite um fluxo de mistura de uma amostra de gás odorante com um gás sem odor em fatores de diluição conhecidos para a apresentação aos jurados (CEN, 2003 apud LISBOA et al, 2010).

Segundo Lisboa et al (2010) o olfatômetro utilizado no LCQAr é composto por um sistema de ar puro; unidade de pressurização; unidade de diluição; mesa olfatométrica com seis baias (ou *boxes*) e aplicativo de operação em computador como apresentado na figura 9. Segundo Lacey; Schirmer; Lisboa (2008, p. 371) o

olfatômetro de diluição dinâmica “[...] é o equipamento mais recomendado na atualidade para a determinação da concentração odorante de amostras”.

Figura 9: Componentes do olfatômetro ODILE 2000, instalado no Laboratório de Controle da Qualidade do Ar (LCQAr) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).



Fonte: Lisboa et al, 2010.

Na primeira etapa o aparelho realiza as diluições de maneira decrescente e logarítmica enquanto o software analisa os resultados trabalhando com a média logarítmica de cada um dos jurados e depois com a média dos seis jurados. Os jurados têm 15 segundos para cheirar e apertar o botão abaixo do tubo correspondente se perceber algum tipo de odor, se o odor percebido for muito forte deve apertar duas vezes e caso não perceba odor algum o botão não deverá ser acionado (LISBOA et al, 2010). Os resultados são apresentados baseados nas seguintes normas: EN 13725 (2003) e ASTM E679-04. A figura 10 mostra o painel da mesa olfatométrica.

Figura 10: Painel da mesa olfatométrica.



Fonte: MARCOS, 2011.

“A norma EN 13725 (2003) é baseada na estimativa dos limites de percepção individuais de cada jurado e calcula a média geométrica dos limites pessoais estimados (EZ50p) para chegar ao valor do limite de percepção do júri (EZ50). As amostras são analisadas em três etapas consecutivas (3 *rounds*) e estas são posteriormente unificadas para a determinação do limite de percepção. Já em uma análise utilizando a ASTM E679- 04 apenas uma etapa (*round*) é utilizada, podendo ser repetida mais vezes. Esta última torna-se muito prática em casos em que se tenha poucas amostras a serem analisadas” (LISBOA et al, 2010, p. 14)

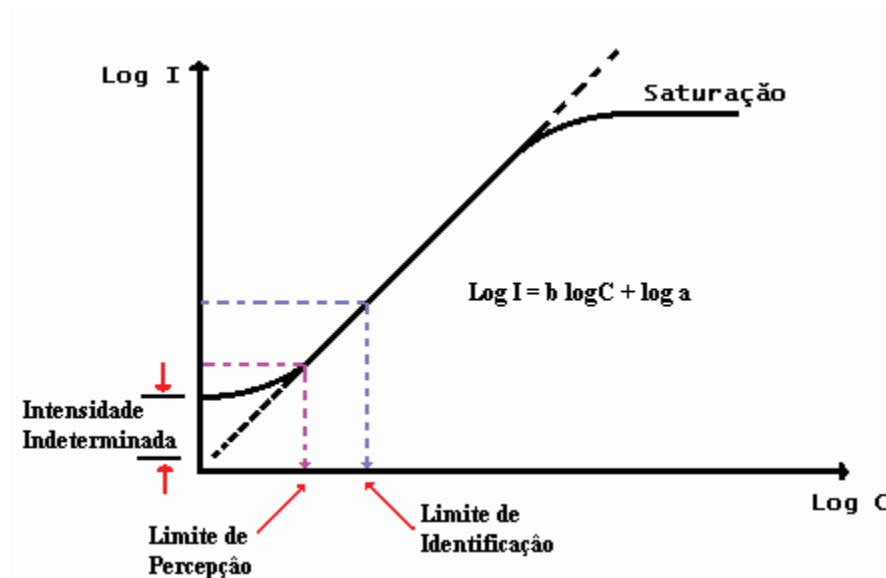
A análise pelo olfatômetro também trabalha com o modelo de regressão linear *Probit* onde todas as respostas dos jurados são analisadas, diferente da norma EN 13725 (2003) que considera apenas as boas respostas (LISBOA et al, 2010).

Os autores citam a que a norma europeia recomenda que as amostras sejam analisadas no máximo em 30 horas após sua coleta e que a taxa de emissão de odores deve ser apresentada em unidades de odor por hora (U.O.h<sup>-1</sup>) obtida pela multiplicação da concentração do odor em U.O.m<sup>-3</sup> pela vazão de gases em m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.

### 3.5.2.1 Intensidade odorante

Conforme Lacey; Schirmer; Lisboa (2008) a intensidade percebida de um odor é relativa à força do odor acima do limite de reconhecimento (supralimite). Carmo Jr. (2005 apud GODKE, 2009) acrescenta que a intensidade é o poder de percepção odorante proporcional a sua concentração, [...] sendo uma função crescente da concentração dos odores no ar respirado representada pela curva de Stevens (Figura 11), onde (I) é a intensidade do odor, (a) é a constante de Stevens que varia de 0,2 a 0,8, (C) é concentração de massa odorante em  $\text{mg.m}^{-3}$  e (b) representa o crescimento da intensidade em função da constante.

Figura 11: Variação da intensidade odorante em função da concentração.



Fonte: Carmo Jr., (2005 apud Godke, 2009).

Souza (2007 apud GODKE, 2009) acrescenta que a curva apresenta um patamar de intensidade indeterminada, abaixo do limite de percepção, e outro de saturação, concluindo que quanto maior a força do odor menor serão seus limites de identificação e percepção.

Para a avaliação da intensidade odorante geralmente utiliza-se a metodologia do butanol, onde a amostra de odor é comparada às amostras de referência. Neste caso, utiliza-se 1-Butanol como substância padrão, diluindo-o em água de forma a obter diferentes concentrações. O teste tem como objetivo

submeter cada membro do júri às diferentes intensidades das soluções de 1-Butanol como mostra a figura 12 (QUADROS, 2004; LISBOA et al, 2010).

Figura 12: Apresentação das soluções de 1-Butanol com diferentes concentrações a um membro do júri.



Fonte: Lisboa et al, 2010.

De acordo com Lisboa et al (2010) a avaliação segue o procedimento recomendado pela norma americana ASTM E-544-75 (1997), sendo que após memorizar as intensidades padrão, o júri deve comparar a amostra odorante com as intensidades da escala de referência, conforme quadro 5, sem considerar a qualidade do odor.

Quadro 5: Níveis de intensidade de odor.

Nível de Intensidade	1-Butanol (g/l)	IO (Intensidade odorante)	
1	0,001	mf	muito fraco
2	0,01	f	fraco
3	0,1	m	medio
4	1,0	f	forte
5	10	mf	muito forte

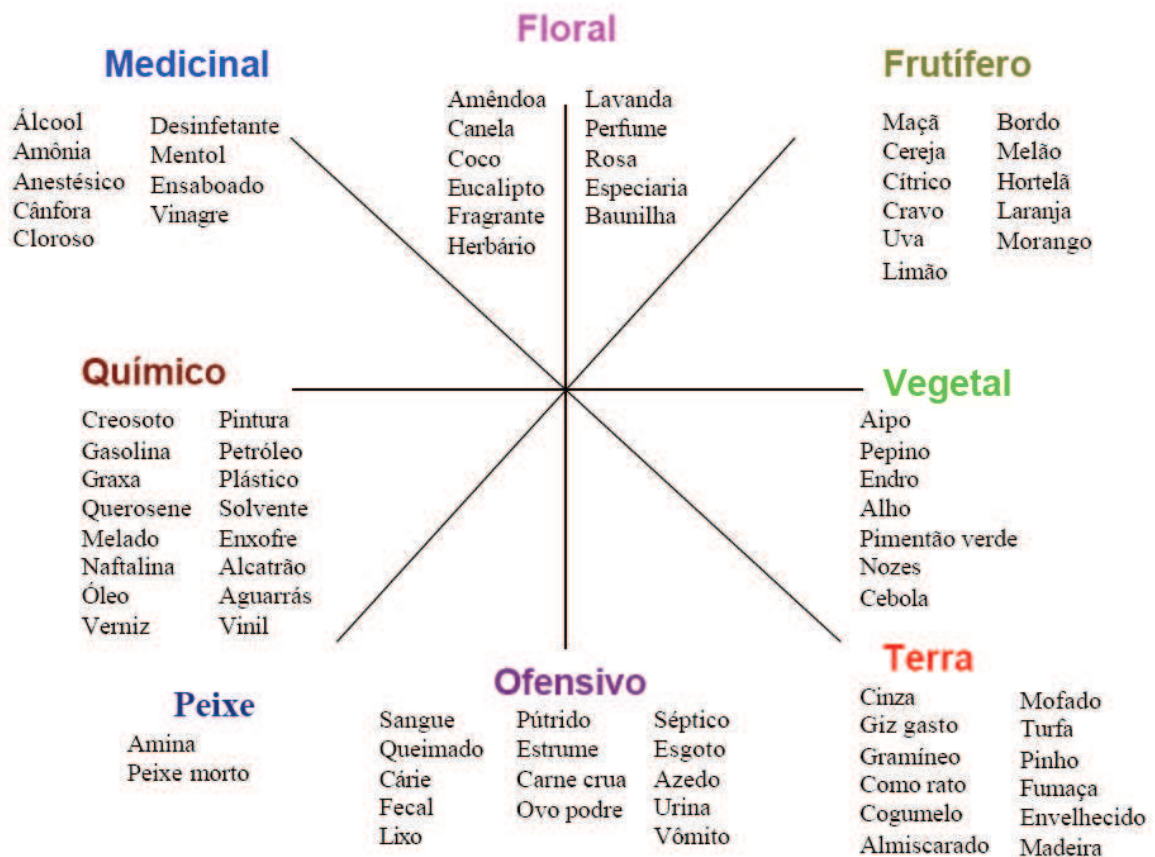
Fonte: AFNOR, 1990, apud Belli Filho e De Melo Lisboa, 1998 apud Lisboa et al, 2010.

### 3.5.2.2 Determinação do caráter odorante

O caráter ou qualidade odorante é uma escala de medida nominal (categorias), onde o odor deve ser caracterizado mediante a comparação com outros odores conhecidos, sendo a análise inteiramente subjetiva (FERNANDEZ, 1997; SCHIRMER, 2004 apud LACEY; SCHIRMER; LISBOA, 2008).

McGinley e McGinley (2002 apud Lisboa et al, 2010) apresenta uma das formas mais comuns desta representação através da “roda de odores”, com oito categorias reconhecidas da descrição do odor, como demonstra a figura 13.

Figura 13: Roda de odores utilizada para determinação do caráter odorante.



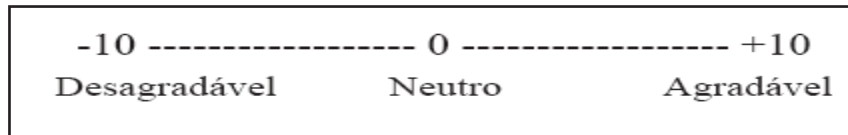
Fonte: Lisboa et al, 2010.

### 3.5.2.3 Hedonicidade odorante

O valor hedônico mede a agradabilidade de uma amostra de odor, ou seja, esta categoria julga se um odor é prazeroso ou não, sendo independente do

caráter do odor (LACEY; SCHIRMER; LISBOA, 2008). Para a avaliação utiliza-se um painel que representa o nível de incômodo inerente ao odor percebido comparando este incômodo com a Escala de 21 Pontos apresentada na figura 14 (LISBOA et al, 2010).

Figura 14: Escala dos 21 Pontos para avaliação da hedonicidade.



Fonte: Lisboa et al, 2010.

Segundo Carmo Jr (2005) apud Lacey; Schirmer; Lisboa (2008), o teste é realizado com jurados treinados que utilizam sua experiência e memória de odor para se referir a escala, a média dos valores individuais de cada jurado constitui o valor hedônico final.

A estética do odor também pode ser representada através dos chamados olfatinhos hedônicos, apresentados na figura 15, indicando a *carinha* que mais se identifica com a amostra (LISBOA et al, 2010).

Figura 15: Olfatinhos olfatométricos.



Fonte: Lisboa et al, 2010.

### 3.5.3 Aplicação de questionários

Para a avaliação do impacto odorante em uma comunidade é muito comum a utilização de questionários que podem auxiliar na medição de emissões quando realizados em conjunto com outros métodos. É também uma ferramenta útil nos casos em que os métodos de medição não se aplicam, onde as fontes de odor não são bem definidas como nas ocorrências de várias emissões fugitivas ou

quando existe muita variação na taxa de emissão diária (ENVIRONMENT AGENCY, 2002)

Segundo Lisboa et al (2010) os questionários são utilizados para que se faça uma primeira avaliação do impacto ambiental em relação as pessoas que moram no entorno de fontes emissoras, e recomenda a utilização de questionários de carácter eventual através de enquete e júri móvel ou de carácter permanente utilizando-se o júri fixo.

Conforme Environment Agency (2002) os questionários visam coletar informações importantes em situações geralmente subjetivas e realizar a separação do que realmente interessa mediante a utilização de procedimentos objetivos reconhecidos e normatizados.

A Alemanha possui uma metodologia específica para a aplicação de questionários na avaliação do impacto odorante e encontra-se regulamentada pelas seguintes normas técnicas:

- VDI 3883 Part 1 Effects and Assessment of Odours; measurement of nuisance through interview; questionnaire technique.
- VDI 3883 Part 2 Effects and Assessment of Odours: determination of annoyance parameters by questioning. Repeated brief questioning of neighbour panellists.
- VDI 3940 Determination of odorants in ambient air by field inspection.

Estas normas estabelecem diretrizes para a avaliação de impacto odorante com a utilização de questionários, por meio de enquetes, entrevistas e verificação a campo.

### **3.5.3.1 Enquete**

Consiste no uso de um questionário para entrevista dirigido à população do entorno da fonte odorante. Esta técnica tem por objetivo avaliar a percepção ambiental dos odores através das experiências vividas no local. A enquete deve ser elaborada e interpretada por especialistas evitando inconsistências e para que se

tenha representatividade, o número da amostragem ou de entrevistas deve ser suficientemente grande (ENVIRONMENT AGENCY, 2002; LISBOA et al, 2010).

Barbetta (2001 apud LISBOA et al, 2010) apresenta uma equação para determinar o número total de questionários a serem aplicados que admite um erro máximo tolerável de 5%:

$$n = \frac{N * n_o}{N + n_o} \qquad n_o = \frac{1}{E_0^2}$$

Onde:

N = Tamanho da população

n = tamanho da amostra

E<sub>0</sub> = Erro amostral tolerável.

A desvantagem deste método é que existem casos onde a população que habita a região afetada acaba perdendo a sensibilidade olfativa e como consequência não se sente incomodado ou até mesmo não sente os odores (LISBOA et al, 2010).

#### 3.5.4 Avaliação via júri móvel

Procedimento que consiste na determinação da intensidade, hedonicidade e caráter do odor utilizando um painel de pessoas ou painel de jurados, devidamente pré-qualificados e treinados para determinações olfatométricas. Este método tem sido usado como alternativa a coleta de amostras de ar sendo muito útil para a avaliação do impacto odorante nos arredores da fonte emissora (ENVIRONMENT AGENCY, 2002; LISBOA et al, 2010).

De acordo com Lisboa et al (2010, p. 28) “nesta etapa, os jurados são levados diretamente aos locais a serem investigados e nele respondem a um questionário para realizar uma avaliação *in loco*”. Environment Agency (2002) indica também a utilização deste método por um único indivíduo ou jurado, por exemplo um fiscal, que fará a avaliação da fonte em locais predefinidos em horários diferentes no mesmo dia ou em dias diferentes no mesmo horário.

Com o objetivo de coletar informações relevantes é importante usar perguntas apropriadas de acordo com normas técnicas. Um exemplo é a VDI 3883 que recomenda mascarar o propósito de uma pesquisa para evitar que influencie nas respostas (ENVIRONMENT AGENCY, 2002).

Além de permitir a verificação da percepção odorante em diversos cenários meteorológicos, a utilização periódica do júri móvel permite maior confiabilidade na determinação de perfis de intensidade e incômodo do odor (LISBOA et al, 2010).


#### **3.5.4.1 Seleção do júri**

A seleção do júri é necessária para que se faça a avaliação da sensibilidade de cada membro do painel ou grupo de pessoas que farão parte do teste olfatométrico. Sugere-se a participação de pelo menos dez pessoas que devem ser calibradas ou pré-qualificadas através da realização de testes olfatométricos para posterior identificação das amostras a serem analisadas. Pessoas muito sensíveis ou com diminuição ou perda total do olfato são descartadas na seleção, sendo que esta também deve seguir um determinado código de comportamento de acordo com a norma europeia EN 13725 – CEN 2003 que se encontra no anexo A (LISBOA et. al, 2010).

#### **3.5.5 Avaliação via júri permanente**

Outro procedimento recomendado para a avaliação do impacto odorante consiste na aplicação de um questionário permanente, aplicado aos moradores próximos à fonte a ser investigada. Devem ser selecionadas as pessoas que sentem o odor e aceitem fazer parte deste júri, onde cada um receberá uma espécie de cartão resposta para cada dia da semana. As perguntas devem ser poucas e objetivas, conforme mostra a figura 16 (LISBOA et. al, 2010).

Figura 16: Questionário de odores via júri permanente.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA		
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL		
LABORATÓRIO DE CONTROLE E QUALIDADE DO AR - LCQAR		
<b>Segunda-feira</b>	Você está sentindo algum tipo de odor? ( ) Sim      ( ) Não	
<b>Dia.../.../.....</b>	<b>Se sim, o odor que você sente :</b>	<b>Descreva o odor que você está sentindo:</b>
<b>Hora:.....</b>	1. Não incomoda                      ( )	_____
	2. Incomoda pouco                      ( )	_____
<b>Hora:.....</b>	3. Incomoda                              ( )	
	4. Incomoda muito                      ( )	
<b>Hora:.....</b>	5. Incomoda extremamente              ( )	
<b>Terça-feira</b>	Você está sentindo algum tipo de odor? ( ) Sim      ( ) Não	
<b>Dia.../.../.....</b>	<b>Se sim, o odor que você sente :</b>	<b>Descreva o odor que você está sentindo:</b>
<b>Hora:.....</b>	1. Não incomoda                      ( )	_____
	2. Incomoda pouco                      ( )	_____
<b>Hora:.....</b>	3. Incomoda                              ( )	
	4. Incomoda muito                      ( )	
<b>Hora:.....</b>	5. Incomoda extremamente              ( )	

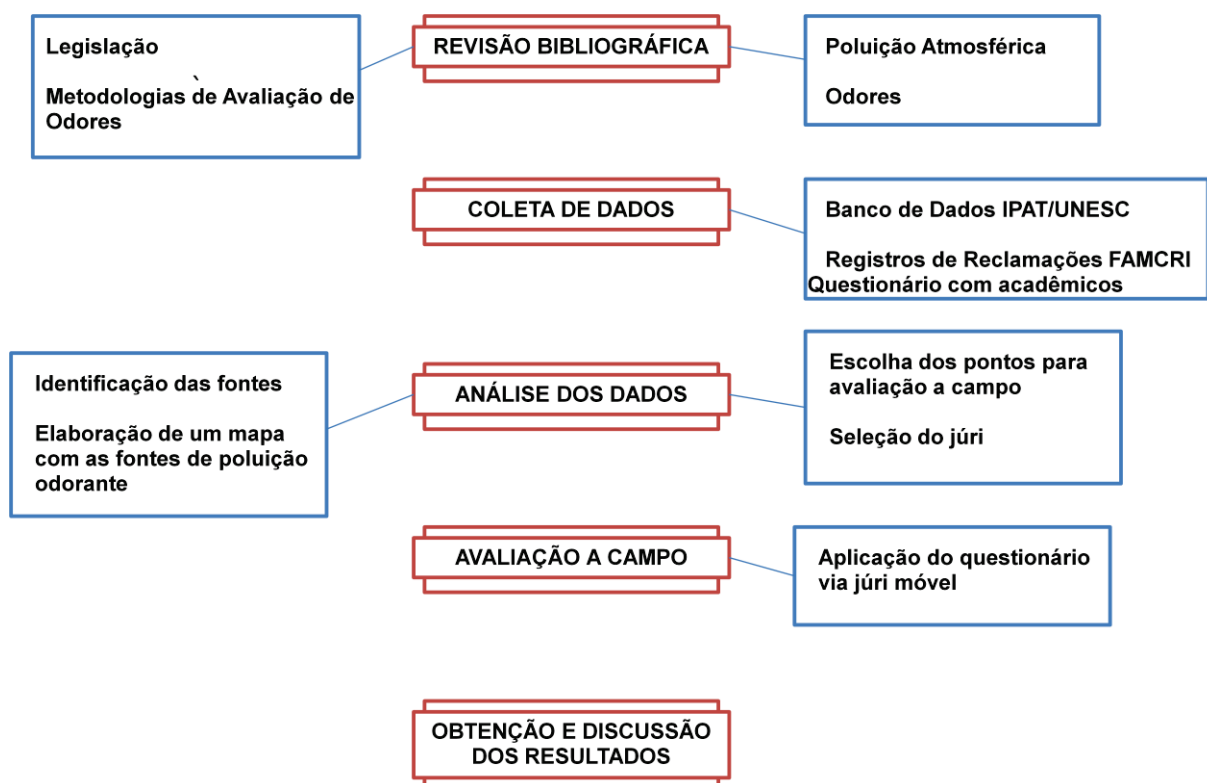
Fonte: Lisboa et al, 2010.

Lisboa et al (2010) enfatizam que a confiabilidade dos resultados está relacionada ao treinamento e motivação das pessoas selecionadas, de maneira que estas compreendam a importância do estudo em relação ao seu próprio bem estar e da comunidade.

## 4 METODOLOGIA

A metodologia de trabalho, discutida e definida em conjunto com o Instituto de Pesquisa Catarinense - Divisão de Poluentes Atmosféricos, consiste basicamente na elaboração de uma revisão bibliográfica baseado na pesquisa de material referente à poluição odorante, legislação associada e metodologias de coleta e avaliação de odores. Posteriormente foi feita uma coleta de dados a fim de se identificar as fontes emissoras de odor no município de Criciúma. Os dados foram analisados e um mapa com as fontes selecionadas foi elaborado, sendo que com as informações obtidas e com o referencial teórico foram selecionados dois pontos para uma avaliação do odor *in loco*. A figura 17 mostra as etapas da pesquisa.

Figura 17: Etapas da pesquisa para levantamento dos fundamentos e metodologias para avaliação de emissões odorantes.



Fonte: MARCOS, 2011.

A identificação das fontes potencialmente geradoras de odor no município de Criciúma, SC consistiu em um primeiro momento no levantamento de dados referentes às fontes de poluição atmosférica. Para tanto se utilizou como base de dados os estudos realizados pelo IPAT/UNESC em atendimento à solicitação da

Prefeitura de Criciúma intitulado como Insumos para Revisão do Plano Diretor do Município de Criciúma (IPAT/UNESC, 2007). Este estudo realizou o mapeamento das principais fontes poluentes do município, identificando o seu potencial poluidor.

Orientado pelo IPC/DPA e com a finalidade de complementar as informações contidas em IPAT/UNESC (2007) foi realizado levantamento e análise dos registros de reclamações por parte da população junto ao cadastro da FAMCRI – Fundação do Meio Ambiente de Criciúma. Foram pesquisados os registros de janeiro de 2010 a março de 2011 onde se considerou apenas os registros relativos aos problemas com emissão de odores.

Outro dado relevante foi uma enquete aplicada à turma da sétima fase do curso de engenharia ambiental da UNESC no dia 17 de maio de 2011, com a opinião dos acadêmicos quanto às fontes de poluição odorante no município. Cópia do questionário encontra-se no Apêndice A.

De acordo com as características das atividades relacionadas pelo IPAT/UNESC (2007), com os dados obtidos junto à FAMCRI, resultados do questionário aplicado a turma do curso de Engenharia Ambiental da UNESC e com base no referencial teórico selecionaram-se as atividades consideradas como potenciais fontes de emissão de compostos odorantes, resultando no mapa de fontes com potencial de emissão odorante.

O mapa foi elaborado em base digital fornecida pelo IPAT/UNESC e com o auxílio do programa AutoCAD foram localizadas as fontes com potencial odorante.

#### **4.1 Aplicação do questionário via júri móvel**

Para testar a metodologia de classificação do potencial gerador de odor com base na aplicação do questionário via júri móvel, foram selecionadas duas atividades entre aquelas identificadas como potencial fonte de emissão de substâncias odorantes. Como critério para a seleção considerou-se a tipologia das fontes (alimentícia, química e metal-mecânica), o potencial de emitir odores conforme referencial bibliográfico, localização e repostas do questionário aplicado à turma do curso de engenharia ambiental.

Optou-se pela aplicação de questionário via júri móvel para avaliar o impacto odorante, por ser este um método de relativa praticidade e de baixo custo.

Na primeira etapa adaptou-se o questionário utilizado no LCQAr da UFSC. O modelo do questionário aplicado encontra-se no Apêndice B.

Para responder o questionário nos locais determinados foi estipulada a seleção de quinze pessoas para a formação do júri, garantindo a presença de no mínimo dez durante a pesquisa de campo. Essa diferença entre o número de pessoas pré-selecionadas e o número de componentes que efetivamente participam do júri se deve ao fato da possibilidade da ocorrência de imprevistos como, por exemplo, não poder participar da pesquisa de campo, estar acometido de resfriado ou outra doença que possa interferir na sensibilidade do olfato.

A pré-seleção levou em consideração a questão do voluntariado, uma vez que os acadêmicos foram questionados quanto à disponibilidade de participar da pesquisa, e o código de conduta para determinação de júri olfatométrico conforme a norma EN-13725 que determina que:

- 1 Os membros do júri devem ter idade mínima de 16 anos, serem voluntários e capazes de seguir as instruções;
- 2 Fumantes não podem fazer parte do júri;
- 3 Estar disponível para uma sessão de medida completa e de preferência uma sessão que dure o suficiente para elaborar e controlar um histórico de medida;
- 4 Os membros do júri que estejam sofrendo de gripe ou de outra infecção afetando a sua percepção de odor (por exemplo, crises de alergia, sinusite) devem ser excluídos imediatamente da medida;

## **4.2 Área de estudo**

O município de Criciúma possui 236 km<sup>2</sup> de área. Com uma população de 187.661 habitantes é a quinta maior do Estado de Santa Catarina, apresenta uma densidade demográfica de aproximadamente 786 habitantes/km<sup>2</sup> (IPAT/UNESC, 2007).

O ponto central do município encontra-se na latitude de 28°40'40"S e longitude 49°22'12"W, localizando-se no Sul do Estado de Santa Catarina, região Sul do Brasil (Figura 18).

Figura 18: Localização geográfica do município de Criciúma.



Fonte: PMC, 2011.

Conhecida como a capital do carvão e do revestimento cerâmico teve seu desenvolvimento baseado na extração do carvão mineral que impulsionou a economia na região com a implantação da estrada de ferro Tereza Cristina. Apesar do crescimento econômico, a atividade trouxe problemas de saúde para a população e poluição devido à exploração desordenada e falta de infraestrutura (PMC, 2011).

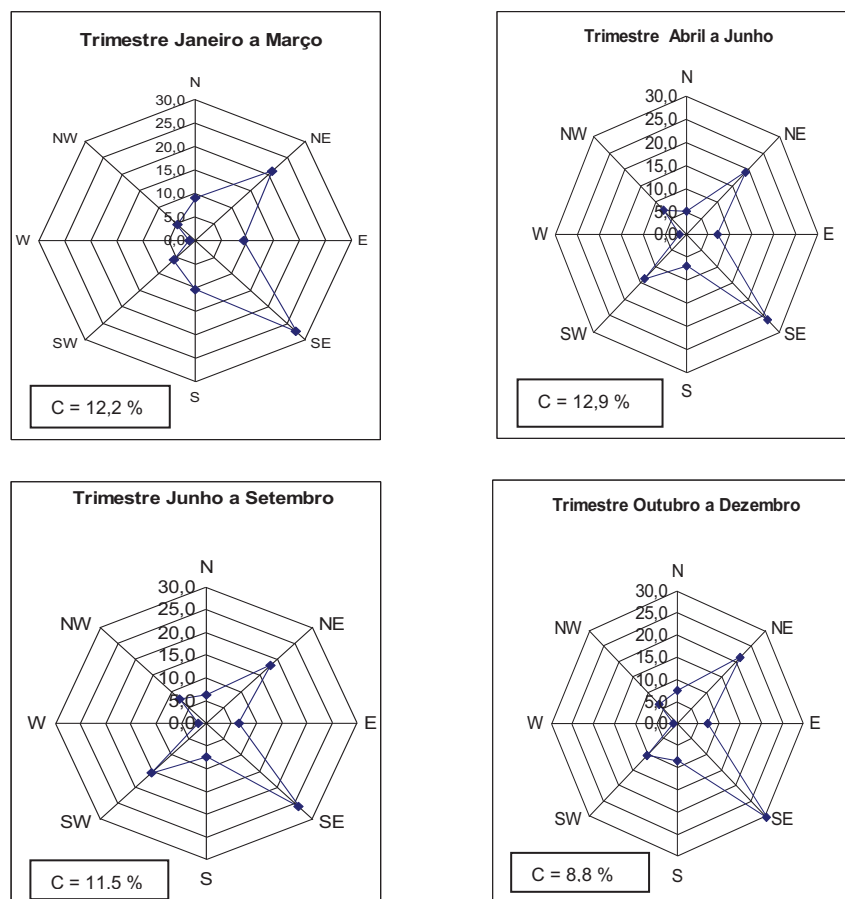
Hoje a economia do município não mais se baseia na exploração mineral, no entanto outras atividades ganharam espaço e dentre as principais pode-se citar a indústria cerâmica, vestuário, alimentícia, calçados, construção civil, plásticos e metal mecânica (IBGE, 2011).

De acordo com a classificação climática de Köppen o clima predominante na região é o mesotérmico úmido (Cfa), com características de inverno frio com temperaturas inferiores a 10°C e possibilidade de geadas devido a ocorrência de frentes frias abaixo de 0°C, e verões quentes com média de temperatura acima de 22°C.

Os dados atmosféricos no Sul de Santa Catarina são precários, desta forma são utilizados os dados da estação meteorológica de Urussanga considerada a mais completa servindo de base para vários projetos e estudos realizados na região (ALEXANDRE, 2000).

A direção e velocidade dos ventos são informações indispensáveis para se avaliar o impacto causado pelas fontes emissoras de odor. Segundo Córdova (2007) a frequência de ocorrência indica a direção predominante do vento estando sujeita a interferência do relevo. Back (1999) consolidou os dados registrados na estação meteorológica de Urussanga representando a frequência relativa da direção do vento em cada trimestre do ano como mostra a figura 19.

Figura 19: Frequência relativa da direção dos ventos por trimestre, segundo dados registrados em Urussanga, SC, no período de 1977 a 1997, onde c refere-se ao período sem vento ou calmo.



Fonte: Back, 1999.

Observa-se a predominância de ventos de sudeste (SE), seguido de ventos de nordeste (NE). Os ventos menos frequentes são de oeste (W) seguido de noroeste (NW).

#### 4.2.1 Pesquisa de campo

Com base nas respostas dos acadêmicos e em função dos dados levantados, foram selecionadas duas áreas para a avaliação olfatométrica, a primeira com influência de uma indústria alimentícia e outra com influência de uma indústria metal-mecânica.

O júri foi composto por 11 voluntários que receberam previamente as recomendações que constam na norma EN-13725, entre estas: a) a partir de 30 minutos antes e durante a medida olfatométrica, os membros do júri não devem ser autorizados a fumar, comer, beber (exceto água) ou mastigar goma de mascar ou chupar balas; b) os membros do júri devem tomar cuidado em não provocar interferência em sua própria percepção ou mesmo dos outros membros por falta de higiene pessoal ou por utilização de perfumes, desodorante, loção corporal ou produtos de beleza e c) após iniciar o trabalho os membros do júri não devem mais se comunicar entre si sobre os resultados de suas escolhas.

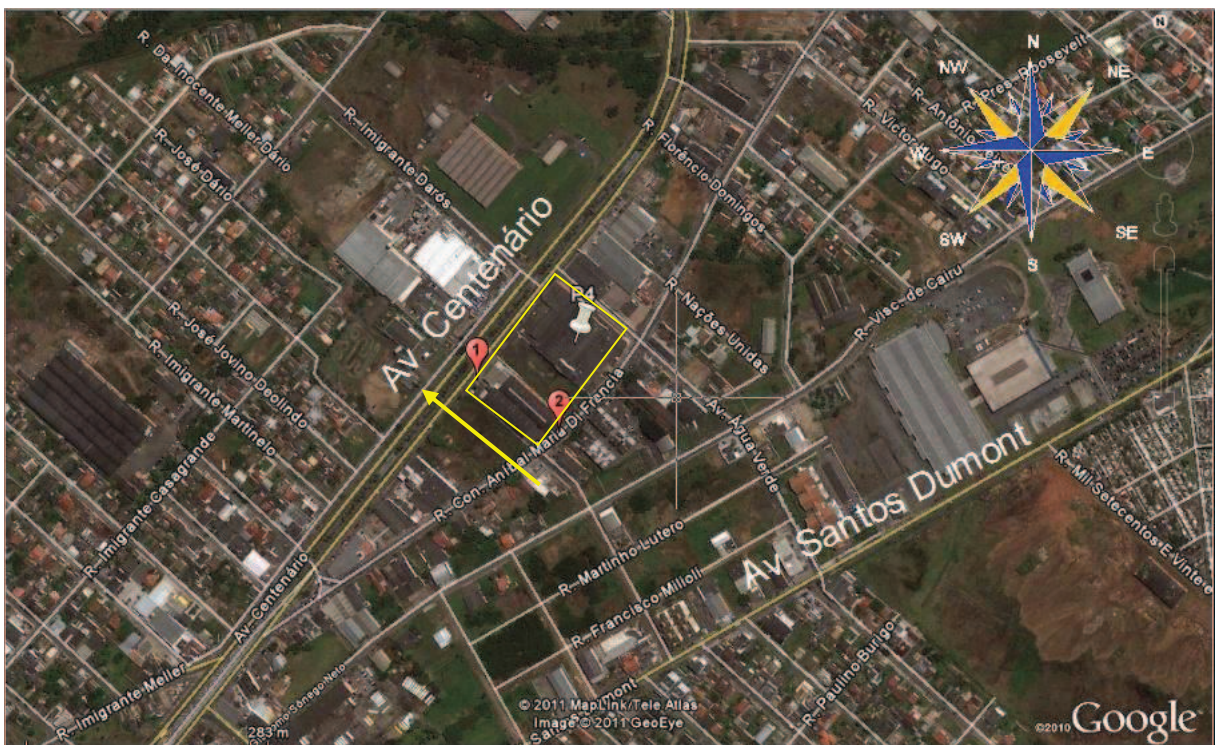
Figura 20: Júri realizando avaliação em campo.



Ainda conforme prevê a norma EN-13725, o júri permaneceu 15 minutos em cada ponto de observação (Figura 20).

A primeira fonte odorante selecionada para observação via júri móvel trata-se de uma indústria metal-mecânica no bairro Pinheirinho, com aplicação do questionário em dois pontos. O P1 localiza-se na latitude  $28^{\circ}41'30.87''\text{S}$  e longitude  $49^{\circ}23'32.95''\text{W}$  e P2 na latitude  $28^{\circ}41'33.13''\text{S}$  e longitude  $49^{\circ}23'29.63''\text{W}$ . A Figura 21 mostra a localização dos pontos de observação e da fonte odorante.

Figura 21: Localização dos pontos de observação 1 e 2 da área 1.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2011. O polígono amarelo representa a fonte odorante e a seta em amarelo indica a direção do vento no instante da aplicação do questionário.

A área 2 foi selecionada para observação via júri móvel com objetivo de avaliar as emissões odorantes de uma indústria de alimentos localizada no bairro São Luiz, com aplicação do questionário em quatro pontos. O P3 localiza-se em latitude  $28^{\circ}41'35.10''\text{S}$  e longitude  $49^{\circ}22'42.62''\text{W}$ ; o P4 latitude  $28^{\circ}41'35.03''\text{S}$  e longitude  $49^{\circ}22'34.96''\text{W}$ ; P5 latitude  $28^{\circ}41'38.27''\text{S}$  e longitude  $49^{\circ}22'34.71''\text{W}$ , e o P6 na latitude  $28^{\circ}41'38.36''\text{S}$  e longitude  $49^{\circ}22'42.58''\text{W}$  (Figura 22).

Figura 22: Localização dos pontos de observação 3 a 6 da área 2.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2011. O polígono amarelo representa o limite da fonte odorante e a seta em amarelo indica a direção do vento no instante da aplicação do questionário.

A metodologia de avaliação de odores com questionário via júri móvel foi aplicada no dia 24 de maio de 2011, no período matutino. O tempo apresentava-se com boas condições, com presença de sol e poucas nuvens. A direção do vento no período de observação era de Sudeste (SE) para Noroeste (NO), com velocidade de 1,10 metros por segundo, conforme dados da Estação Meteorológica de Criciúma, instalada no IPAT/UNESC.

## 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE DADOS

### 5.1 Cadastro de reclamações

Os dados coletados encontram-se compilados em um livro de registros com reclamações referentes a problemas ambientais, entre estas reclamações as mais frequentes são: a disposição incorreta de resíduos, lançamento de esgoto a céu aberto, emissões atmosféricas, animais abandonados e problemas com emissão de ruídos por atividades diversas. Existe ainda um cadastro no computador identificando o autor, bairro e detalhes referentes à reclamação, porém observou-se a carência de procedimento de registro, pois muitos dos registros não possuem parte destas informações básicas.

Foi evidenciado que os dados disponibilizados poderiam ter melhor utilidade se organizados de forma a separar as reclamações por tipo de poluição, desta forma podendo ser avaliada por um especialista ou responsável da área. O período consultado foi todo o ano de 2010 além de janeiro a março de 2011, permitindo assim a verificação do que acontece durante as diferentes épocas do ano.

Com base nos dados obtidos constatou-se que os registros de reclamações na FAMCRI são insuficientes para que se faça uma análise mais criteriosa ou se obtenha um resultado significativo do impacto odorante no município. Ressalta-se que muitas das reclamações referem-se a problemas com vizinhos que mantêm criação de animais como porcos e galinhas causando mau cheiro e animais em decomposição nas ruas. Estes não foram considerados no mapa por se tratarem de problemas pontuais e esporádicos de pouca significância.

Como mostra o quadro 6, identificaram-se ainda incômodos odorantes causados por diversas atividades, assim como reclamações de cheiro de esgoto proveniente do rio Criciúma. No restante registraram-se reclamações relativas aos odores provenientes de empresas alimentícias, metal-mecânicas, oficinas de chapeação e pintura, indústrias químicas e queima de resíduos dentre estes hospitalar, plásticos, borracha e estopas. Foram observados ainda vários registros do desconforto causado por odores característicos originados em lanchonetes, restaurantes e padarias principalmente relativos a fritura, e fumaça dos fornos que utilizam lenha. No entanto as reclamações de cada fonte estão distribuídas nas

diversas localidades do município, com no máximo duas reclamações por bairro não necessariamente da mesma fonte.

Quadro 6: Número de reclamações de acordo com a fonte identificadas no registro de reclamações da FAMCRI.

<b>Atividade</b>	<b>Número de Reclamações</b>
Indústrias Metal-mecânicas	6
Indústrias Químicas	10
Indústrias Alimentícias	5
Lanchonetes, bares, restaurantes	13
Queima de Resíduos	9
Rio Criciúma	2

Fonte: MARCOS, 2011.

Identificou-se, devido à escassez de dados, a falta de interesse por parte do órgão ambiental no atendimento a este tipo de reclamação. Uma hipótese seria a falta de instrumento legal para o controle a este tipo de poluição, ressaltando que não existe legislação definindo padrões de emissão ou qualidade do ar quanto aos odores, considerando-se a esfera federal, estadual e municipal.

A fiscalização quando se trata de odores deve ser feita de forma diferenciada, pois o odor pode não ser frequente ou diário, ou seja, há casos de o fiscal ir ao local e não identificar o problema. Exemplo de como esta questão é tratada na Europa conforme Environment Agency (2002) é a disponibilização de uma ficha específica para reclamações que se referem ao impacto odorante, contendo os seguintes dados:

- Local onde o odor foi detectado
- Data
- Horário
- Duração ou frequência de ocorrência
- Descrição do odor (tem cheiro de que?).
- Condições meteorológicas naquele instante e se possível direção do vento
- Descrição de alguma atividade visível naquele instante.

Com a existência de um cadastro deste tipo no órgão ambiental seria possível se fazer uma melhor investigação dos problemas odorantes no município, identificando áreas críticas, onde poderiam ser aplicados questionários a população afetada identificando o impacto na comunidade e futuramente até a criação de um mapa de odores.

## **5.2 Identificação das fontes geradoras de odor**

As fontes com potencial gerador de odor presentes no município de Criciúma encontram-se relacionadas no quadro 7, onde se encontram também os respectivos códigos referente as atividades, o potencial poluidor do ar conforme a resolução do CONSEMA 03/08. A localização das empresas pode ser visualizada no Apêndice C.

Quadro 7: Relação das fontes odorantes no município de Criciúma, relacionando o potencial poluidor, código de enquadramento segundo a resolução Consema 03/06 e coordenadas geográficas.

PONTO	TIPO	ATIVIDADE	POT. POLUIDOR	CÓDIGO ENQUADRAMENTO	COORDENADAS UTM	
21	METAL-MECÂNICA	Fabricação fundidos de ferro	G	11.00.11	649324.08	6828276.8
5		Fabricação de artigos de metal	G	11.90.02	656587.59	6825094.9
33		Fabricação de artigos de metal	M	12.20.00	657683.12	6828014.5
3		Fabricação fundidos de ferro e aço	G	11.00.11	661072.08	6825990.7
4		Fabricação fundidos de ferro	G	11.00.11	657163.72	6825119.6
20		Fabricação de artigos de metal	M	11.90.02	655095.37	6824109.2
6		Fabricação de artigos de metal	M	11.90.02	656309.64	6828767
14		Fabricação de estrut. metálicas e galv.	G	11.30.01	654225.64	6824863.7
9		Reparação e manutenção de motores	P	12.80.00	662291.68	6825421.6
16		Fabricação de estruturas metálicas	M	11.30.01	653850.88	6826439.7
36		QUÍMICA	Fabricação de produtos químicos	G	20.00.00	665609.38
24	Fabricação de tintas		G	20.60.00	662983.61	6826831.2
30	Reciclagem solventes e fabricação de		G	20.60.00	660970.95	6822138.5
7	Fabricação de produtos químicos		G	20.00.00	665594.9	6826735.4
15	Fabricação de tintas e solventes		G	20.60.00	653377.42	6826738.5
11	Fabricação de tintas		G	20.60.00	660776.9	6824632
12	Fabricação de produtos químicos		G	20.00.00	659390.68	6823677.7
8	Colorificio cerâmico		G	20.60.00	663028.4	6826315.7
29	ALIMENTÍCIA	Abate de aves	M	26.50.00	659972.89	6822096.8
13		Abate de aves	M	26.50.00	657106.42	6824717.7
34		Beneficiamento de arroz	M	26.00.00	651753.72	6823887.4
35		Beneficiamento de arroz	M	26.00.00	653595.46	6825901
1		Fabricação de rações	G	26.94.00	658727.62	6824908.7
37		Beneficiamento de café	M	26.00.00	657758.86	6825634.3
17	LAVANDERIA	Fabricação de biscoitos	M	26.00.00	653573.99	6826301
26		Lavanderia industrial	G	24.80.00	659570.81	6824895
25		Lavanderia industrial	G	24.80.00	661136.7	6824881.9
28		Lavanderia industrial	G	24.80.00	657803.28	6827188.7
27		Lavanderia industrial	G	24.80.00	659554.77	6826524.8
22		Fabricação Jeans-Lavanderia Industrial	G	24.80.00	658295.65	6825030.3
23		Fabricação Jeans-Lavanderia Industrial	G	24.80.00	655436.14	6830513.9
39		Fabricação Jeans-Lavanderia Industrial	G	24.80.00	659275.41	6824290.6
31	COQUERIA	Fabricação de coque de carvão mineral	G	20.10.00	657062	6829602
32		Fabricação de coque de carvão mineral	G	20.10.01	655940.94	6830664.2
10	HOSPITAL	Fabricação de carburante	G	20.10.01	665702	6827948
19		Queima de residuo hospitalar	G	34.41.11	659837.36	6826973.6
18		OUTROS	Estação de Tratamento de Esgoto	M	34.31.11	654577.7
2	Rio Criciúma					

Fonte: MARCOS, 2011.

Com base nos dados coletados as fontes com potencial emissor de odores foram dispostas no Google Earth. Identificou-se que estas encontram-se disseminadas no município e em áreas com densidade populacional significativa, conforme mostra o apêndice D. A localização das empresas deve ser considerada um fator relevante com relação ao controle da poluição odorante, pois este afeta diretamente a população que reside no entorno da fonte geradora.

O referencial bibliográfico possibilitou a identificação dos principais poluentes odorantes emitidos pelas atividades localizadas em Criciúma, resultando no quadro 8.

Como principais fontes odorantes no município destacaram-se indústrias alimentícia, química, metal-mecânica e lavanderias industriais. Ressalta-se ainda que duas empresas no município possuem termo de ajustamento de conduta (TAC) referente a problemas com emissões odorantes, sendo estas uma indústria química e a outra alimentícia.

Quadro 8: Principais poluentes odorantes de acordo com atividade geradora.

Poluente	Atividade						
	Metal-mecânica	Química	Alimentícia	Lavanderia Industrial	Queima de Resíduo Hospitalar	Coquearias	Estação de Tratamento de Esgoto
Dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	X			X	X	X	
Amônia (NH <sub>3</sub> )		X	X			X	X
Gás sulfídrico (H <sub>2</sub> S)		X	X		X		X
Metano (CH <sub>4</sub> )			X				X
Cloro (Cl <sub>2</sub> )		X		X			
Ácido Clorídrico (HCl)					X		
Mercaptanas		X	X				X
Fenóis		X				X	
Aminas			X				X
Enxofre total reduzido (TRS)						X	
Carbono orgânico volátil (COV)	X	X		X	X	X	X
Óxidos Metálicos	X						
Indol							X

Fonte: MARCOS, 2011.

No dia 27 de maio de 2011 o Jornal do Almoço exibiu uma reportagem explicando que a cidade de Criciúma se desenvolveu no entorno destas atividades o que contribuiu para a intensificação dos odores por ocasionarem transtornos à população, ressaltando que as empresas estão precisando investir cada vez mais na implantação de sistemas de tratamento. Isto prova que a população está reclamando

e reivindicando melhorias, sendo que o Ministério Público auxilia na investigação e solução de problemas com odores obrigando a adequação das atividades através de Termos de Ajustamento de Conduta (TAC).

Foram identificadas no município de Criciúma seis empresas alimentícias com potencial gerador de odor das quais se destacam as seguintes atividades: fabricação de rações, beneficiamento de arroz, abatedouros, fabricação de biscoitos e torrefação de café. As fábricas de ração geralmente causam sérios incômodos para a população circunvizinha quanto à geração de odores que pode ocorrer durante todo o processo produtivo desde o recebimento da matéria prima até sua expedição, sendo os principais pontos de emissão:

- Recepção, estocagem e manuseio da matéria prima;
- Processos operacionais;
- Processos de cozimento, secagem e resfriamento;
- Estocagem, manuseio e transporte do produto final e resíduos gerados durante o processo;
- Estocagem e descarga de efluentes líquidos;
- Sistemas de tratamento e controle de odores (Biofiltros, chaminés, ventilação)

Durante estes processos os principais poluentes odorantes gerados são: gás sulfúrico ( $H_2S$ ), amônia ( $NH_3$ ), metano ( $CH_4$ ) e mercaptanas (compostos orgânicos de enxofre). Apesar de atualmente a atividade possuir um controle rígido quanto às emissões odorantes ainda não foi possível acabar totalmente com o problema. A matéria prima utilizada consiste basicamente de resíduos animais e os compostos emitidos são capazes de gerar odores persistentes e desagradáveis na ocorrência do mínimo descuido. Nos processos de cozimento e secagem pode ocorrer a emissão dióxido de enxofre ( $SO_2$ ) e compostos orgânicos voláteis devido à utilização de combustíveis fósseis.

Problema semelhante ocorre no caso dos abatedouros também durante todos os processos, com o potencial de gerar os mesmos compostos odorantes do processo de produção da ração animal, porém o seu principal problema está na estação de tratamento de efluentes líquido e estocagem de resíduos sólidos que

consiste basicamente de restos de animais. No caso do beneficiamento do arroz as emissões odorantes são provenientes da queima da casca ou palha de arroz durante o processo.

As empresas do setor metal-mecânico no município em geral são de pequeno porte. No mapa são identificadas as dez empresas classificadas como de grande porte de acordo o CONSEMA 003/06. Estas têm potencial de poluição do ar grande e avaliando-se os processos produtivos são capazes de gerar emissões odorantes significativas. São metalúrgicas e siderúrgicas que emitem COVs, SO<sub>2</sub> e óxidos metálicos nos diversos processos, principalmente em fornos de fusão que utilizam como combustível o coque de carvão mineral.

Das empresas químicas em Criciúma foram identificadas sete com potencial de poluição odorante com destaque a fabricação de produtos químicos, tintas e vernizes e colorifícios. Os principais poluentes gerados durante os processos nas indústrias químicas são NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S, Cl<sub>2</sub>, Mercaptanas, Fenóis e COV. Os odores são gerados devido às características dos compostos químicos utilizados que muitas vezes são altamente voláteis e das reações provocadas durante a fabricação dos produtos finais.

Outra atividade que causa incômodos pela geração de odores no município são as lavanderias industriais, sendo que foram identificadas no mapa sete empresas. As emissões odorantes são provenientes principalmente da queima de lenha e restos de tecido nas caldeiras emitindo principalmente COVs e SO<sub>2</sub>. Outro problema é a utilização de uma grande quantidade de cloro, para a limpeza dos setores e máquinas, capaz de gerar odor irritante.

Além das atividades industriais o rio Criciúma é uma fonte que vem causando desconforto à população durante anos, pois foi utilizado como corpo receptor de efluentes principalmente domésticos causando nos pontos onde não se encontra canalizado mau cheiro e um ambiente propício para a propagação de doenças. Os odores provenientes de águas residuárias resultam da decomposição anaeróbia da matéria orgânica. Segundo Schirmer et al (2007) o gás sulfídrico (H<sub>2</sub>S) é o mais comum dos gases odorantes encontrados no esgoto doméstico sendo extremamente tóxico. Dentre os outros gases pode-se citar a amônia, o metano, mercaptanas, compostos orgânicos voláteis, entre outros.

O sistema de tratamento de esgoto recentemente implantado no município tem como objetivo melhorar esta situação direcionando o efluente gerado

pela população a uma estação de tratamento. No momento uma das estações projetadas se encontra instalada no bairro universitário, contudo ainda não opera em sua capacidade total. Apesar de estar localizada em uma área pouco habitada no momento, futuramente poderá causar problemas com emissão de odores incômodos. Segundo o referencial bibliográfico, o esgoto doméstico e as estações de tratamento de efluentes se constituem nos principais causadores de maus odores nas grandes cidades, e, além disso, são difíceis de controlar.

Outra fonte odorante apontada entre as reclamações foi um dos hospitais da cidade que utiliza uma fornalha para geração de calor. Como as reclamações com relação a esta fonte se referem às emissões odorantes, talvez o problema seja gerado em função do tipo combustível ou mesmo de resíduos utilizados indevidamente.

### 5.3 Enquete sobre percepção de odor

Com objetivo de avaliar a percepção dos acadêmicos do curso de engenharia ambiental quanto ao impacto das emissões odorantes foi aplicado um questionário com perguntas diretas. O resultado dessa pesquisa se resume no quadro 9.

Quadro 9: Resultado da enquete aplicada a 27 alunos do curso de engenharia Ambiental da UNESC.

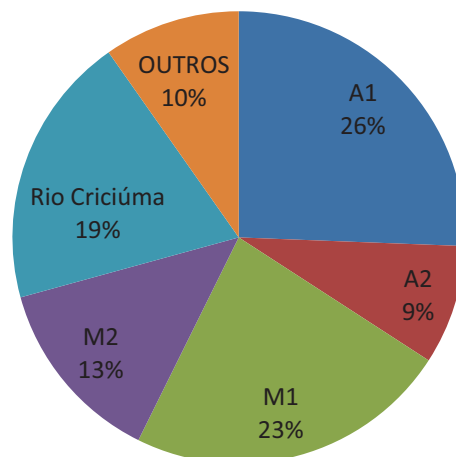
Pergunta	SIM	NÃO
1. Você mora em Criciúma?	20	7
2. Com relação aos problemas ambientais em Criciúma, você sente algum odor que te incomoda?	21	6
3. Liste as fontes emissoras de odor que você percebe no município de Criciúma:	Figura 23	
4. Você considera as emissões de odor um problema ambiental?	27	0
5. Você gostaria de participar como voluntário de um júri olfatométrico?	10	17

Fonte: MARCOS, 2011.

Considerando a população entrevistada, 74% residem no município e, portanto são considerados mais suscetíveis aos problemas ambientais locais. Dessa forma, a resposta à pergunta seguinte: *Com relação aos problemas ambientais em Criciúma, você sente algum odor que te incomoda?* Apresenta um percentual afirmativo muito semelhante ao número de moradores do município. Os entrevistados foram unânimes em afirmar que a emissão de substâncias odoríferas é um problema que deve ser tratado no âmbito da engenharia ambiental, e ainda 37% demonstraram interesse em participar como voluntário do júri olfatométrico.

A pesquisa com os acadêmicos foi utilizada também para complementar a identificação das fontes emissoras de odor em Criciúma e para selecionar os locais para aplicação da metodologia de avaliação de odores via júri móvel. O resultado da pergunta 3 que solicitou que os entrevistados listassem as fontes emissoras de odor percebidas em Criciúma foram agrupados por fonte específica e encontra-se representado na figura 23.

Figura 23: Principais fontes odorantes do município de Criciúma percebidas pelos acadêmicos da 7ª fase de engenharia ambiental da UNESC.

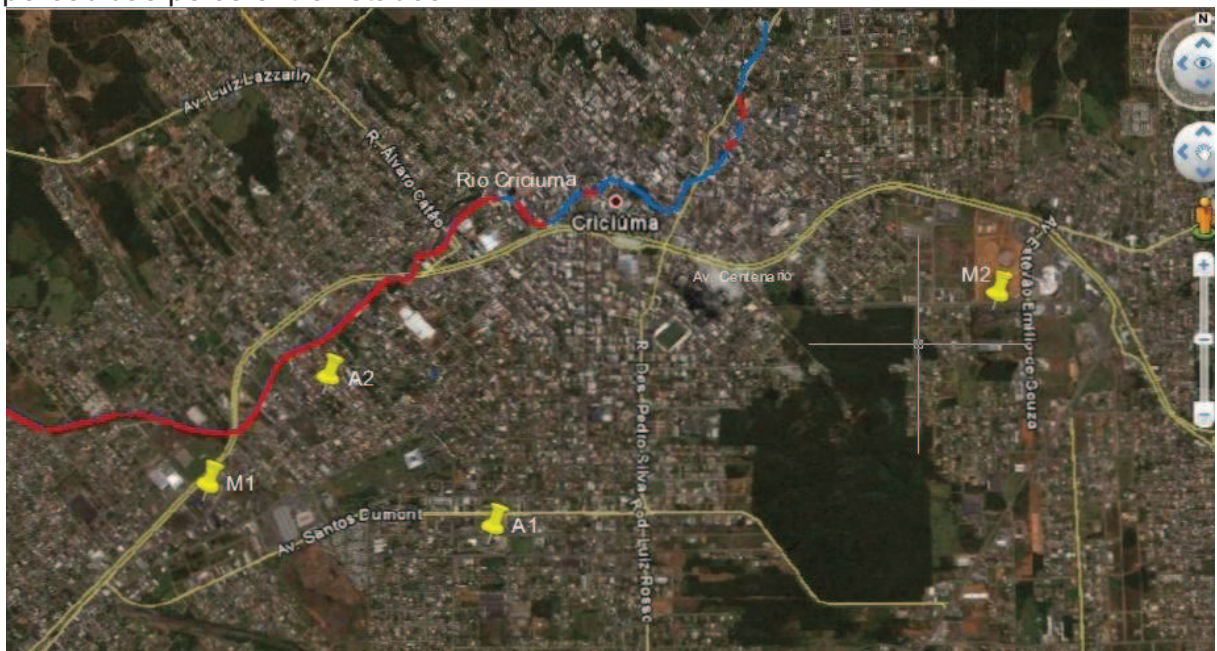


Fonte: MARCOS, 2011. Onde, A1 e A2 indústrias de alimentos; M1 e M2 indústrias metal-mecânica.

Evidenciou-se que os acadêmicos percebem a presença de odor proveniente de fontes em comum, destacando-se duas empresas alimentícias representadas como A1 e A2, localizadas respectivamente nos bairros São Luiz e Santa Bárbara. Em número representativo também foram citadas duas empresas

metal-mecânicas representadas por M1 e M2, localizadas respectivamente no bairro Pinheirinho e bairro Ceara. O rio Criciúma é considerado também como fonte odorante no município, destacando-se em vários pontos da cidade. A figura 24 mostra a espacialização das principais fontes odorantes citadas pelos entrevistados, ressaltando ainda em vermelho os locais onde o rio Criciúma não se encontra canalizado.

Figura 24: Localização das principais fontes odorantes do município de Criciúma percebidas pelos entrevistados.



Fonte: GOOGLE EARTH, 2011. Em vermelho estão destacados os pontos onde o Rio Criciúma não se encontra canalizado.

Outras fontes citadas pelos entrevistados referiram-se aos odores provenientes de veículos automotores, esgoto doméstico e outras atividades industriais.

Entre as fontes odorantes citadas pelos entrevistados, foram selecionadas as empresas codificadas como A1 e M2 para testar a metodologia de avaliação com aplicação do questionário via júri móvel.

## 5.4 Aplicação do questionário via júri móvel

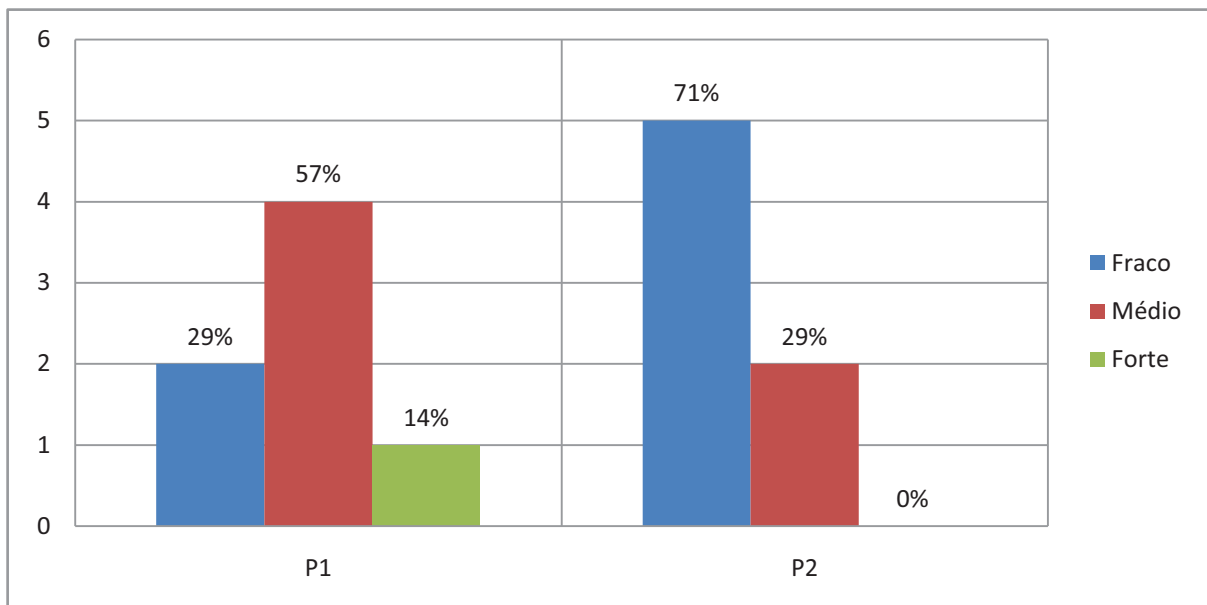
### 5.4.1 Área 1

A área 1 foi selecionada para observação via júri móvel em função de tratar-se de uma indústria metal-mecânica apontada pelos acadêmicos como uma das principais fontes odorantes do município. Localizada no bairro Pinheirinho o questionário foi aplicado em dois pontos limítrofes à empresa.

A análise dos dados obtidos via júri móvel apontou que 64% dos membros participantes da pesquisa perceberam a presença de odor nas imediações da fonte odorante da área 1. A intensidade do odor teve variação de fraco a médio sendo que alguns jurados enfatizaram que durante o período de análise se percebia picos de maior intensidade.

Observou-se que no P1 o odor foi percebido com maior intensidade como mostra a figura 25. Neste sentido, cabe destacar que o P1 localiza-se a jusante da fonte odorante com relação à direção do vento.

Figura 25: Intensidade do odor percebido pelo júri móvel na área 1.



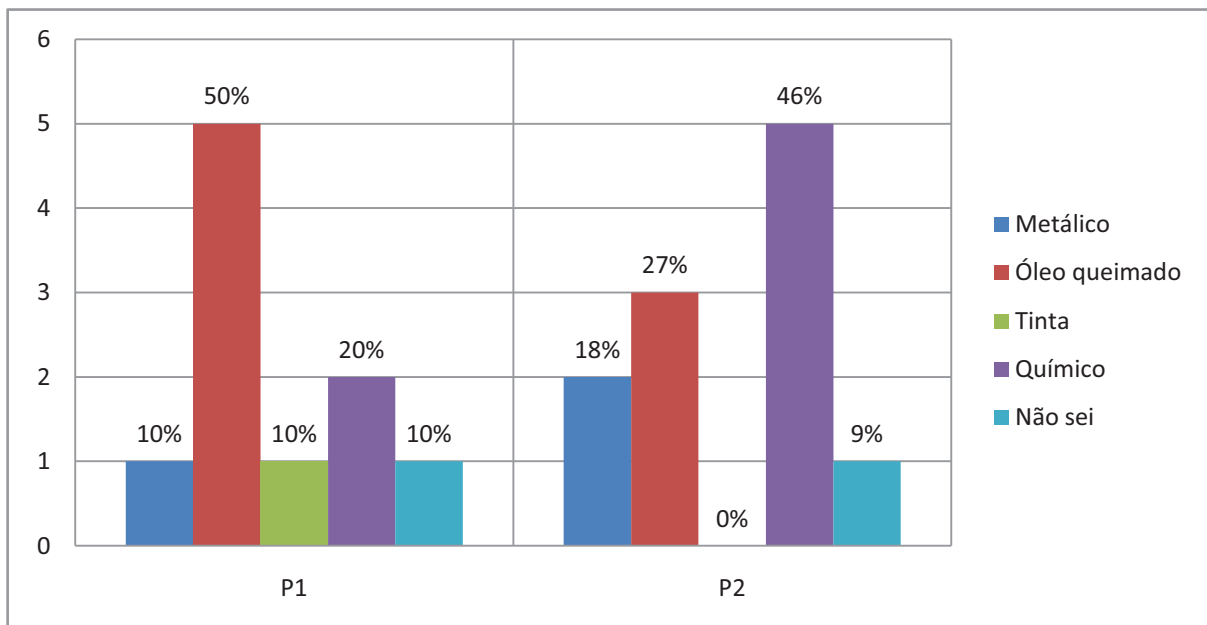
Fonte: MARCOS, 2011. Data da observação: 24/05/11, Criciúma, SC.

Entre os principais incômodos causados pelo odor percebido na Área 1, o júri apontou náusea, dor de cabeça, irritações no trato respiratório e nos olhos. No

entanto, 71% dos entrevistados não souberam responder ou não sentiram incômodo algum, o que pode ter ocorrido em função da direção e velocidade do vento, além da sensibilidade de cada indivíduo. Outro fator relevante é que a intensidade do odor não era sentido de forma constante, mesmo para aqueles que relataram perceber o problema.

Quanto ao caráter odorante (Figura 26) o júri descreveu como semelhante a óleo queimado, metálico, químico, tinta e alguns não souberam responder. Este tipo de odor pode ser proveniente da fonte principal (metal-mecânica) como também ter sofrido influencia de outras fontes odorantes. Neste sentido, vale lembrar que o P1 situa-se na margem da Avenida Centenário, com intenso movimento de veículos automotores no momento da pesquisa.

Figura 26: Caráter odorante relatado pelo júri móvel na área 1.



Fonte: MARCOS, 2011. Data da observação: 24/05/11, Criciúma, SC.

Com relação à hedonicidade entre os que perceberam o odor, 87% do júri consideraram que o mesmo é desagradável e 13% consideraram neutro; e quando questionados se o odor seria um incômodo caso fossem residentes na região, 81% responderam que sim.

Em resumo, a análise dos dados obtidos via júri móvel para a área 1 apontaram a presença de odor desagradável, com frequência e intensidade variada.

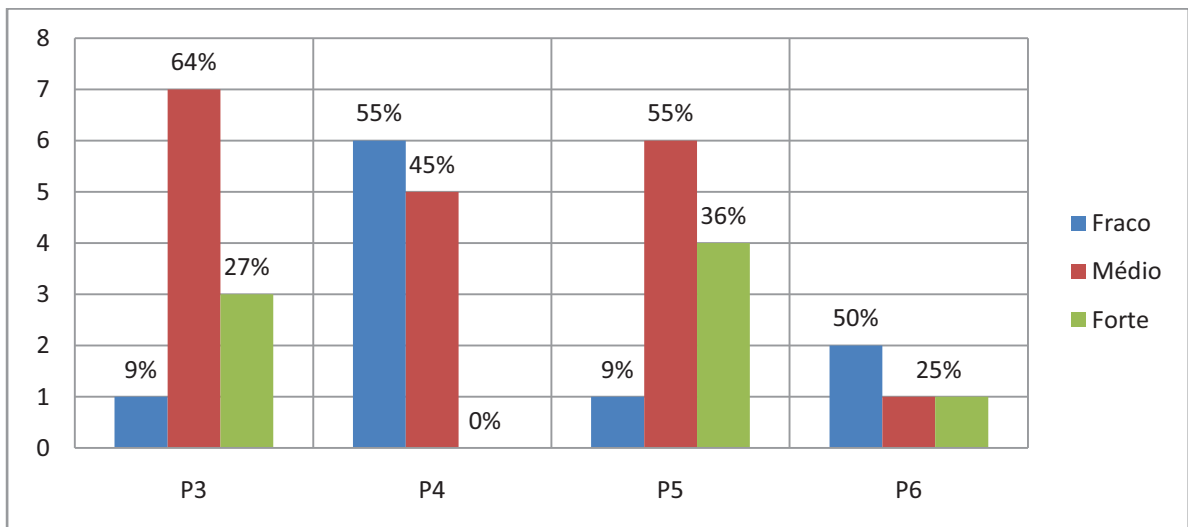
Comparando o caráter odorante relatado pelo júri com a roda de odores, o odor pode ser classificado como ofensivo e químico, indicando a possibilidade deste ser proveniente da indústria metal-mecânica que emite principalmente SO<sub>2</sub>, COV e particulado contendo óxidos metálicos que são odorantes irritantes e ácidos. Estando exposta diariamente ao odor a população residente na região pode estar sofrendo com o incômodo e desconforto causado pelo odor percebido.

#### 5.4.2 Área 2

A área 2 foi selecionada para observação via júri móvel em função de tratar-se de uma indústria de alimentos, também apontada pelos acadêmicos como uma das principais fontes odorantes do município. A atividade está localizada no bairro São Luiz e o questionário foi aplicado em quatro pontos limítrofes à empresa.

A análise dos dados obtidos via júri móvel apontou que 100% dos membros participantes da pesquisa perceberam a presença de odor nos pontos de observação P3, P4 e P5; enquanto que no P6 apenas 36% dos participantes perceberam o odor. A intensidade do odor no P3 e P5 variou de médio a forte; enquanto que no P4 o odor percebido foi classificado de fraco a médio. No P6 menos que 50% dos participantes do juro perceberam odor, e entre estes 50% relataram fraca intensidade. A figura 27 mostra os resultados da intensidade do odor percebido na área 2.

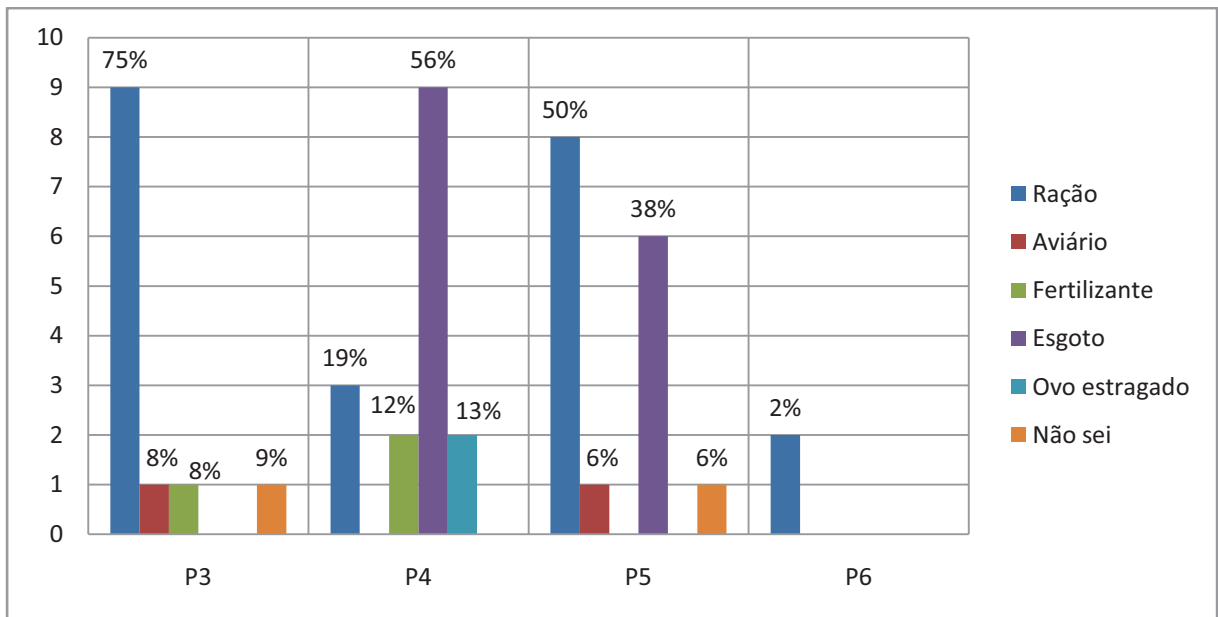
Figura 27: Intensidade do odor percebido pelo júri móvel na área 2.



Fonte: MARCOS, 2011. Data da observação: 24/05/11, Criciúma, SC.

Quanto ao caráter odorante o júri descreveu como semelhante a ração, aviário, esgoto, fertilizante e ovo estragado (Figura 28), concluindo-se que os odores predominantes nas imediações da fonte tem característica de ração e esgoto doméstico. Como a indústria investigada trata-se de uma fábrica de ração animal é provável que esta seja a principal fonte emissora dos odores percebidos.

Figura 28: Caráter odorante relatado pelo júri móvel na área 2.



Fonte: MARCOS, 2011. Data da observação: 24/05/11, Criciúma, SC.

Observou-se nas imediações do P4 a presença de bocas de lobo e material orgânico em decomposição a céu aberto o que pode explicar o caráter odorante percebido pelo júri naquele ponto. Contudo tanto o esgoto quanto o material orgânico podem também ser provenientes da empresa.

Os principais incômodos relatados pelo júri foram náuseas e dor de cabeça, sendo que 25% não souberam responder a este questionamento.

Com relação à hedonicidade o odor foi considerado desagradável para 100% dos membros do júri nos pontos 3, 4 e 5. E membros que perceberam odor no P6 também descreveram como sensação desagradável. O júri foi unânime em afirmar que o odor seria um incômodo caso fossem moradores da região impactada.

A análise dos dados via júri móvel permite apontar que há emissão de substâncias odorantes na área 2 percebidos pelo júri nos 4 pontos de observação, sendo relatados como desagradável e ofensivo. O ponto P3 apresentou maior

intensidade comprovando que direção do vento influencia na dispersão do odor. Além disso, a roda de odores aponta que o odor percebido apresenta característica de indústrias alimentícias que podem emitir  $H_2S$  com cheiro de ovo podre, aminas com odor pútrido ou azedo e mercaptanas que são odorantes descritos como muito desagradáveis, pútridos, nauseantes e de matéria orgânica em decomposição.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente são conhecidas duas técnicas de medição de odor que se complementam. A análise sensorial ou olfatométrica que se baseia nas sensações do olfato humano e medem os efeitos que o odor produz quando é percebido por um observador; enquanto que a análise físico-química determina as características dos odores em termos de sua composição química, quantificando os compostos odorantes presentes em uma amostra.

Se por um lado discuti-se a aceitação dos métodos olfatométricos para a avaliação das fontes emissoras de odor devido a sua subjetividade, por outro, a amostragem e análises físico-químicas tem um custo elevado, além do que, poucas instituições no Brasil são especializadas para realização de tal serviço.

Em visita ao LCQAr na UFSC foram esclarecidas dúvidas relacionadas as técnicas de avaliação de odores realizadas no laboratório. Foi possível visualizar e compreender o funcionamento do olfatômetro, utilizado nos testes olfatométricos, e do equipamento de Cromatografia gasosa/Espectrometria de massas (CG/EM), que faz análise de compostos orgânicos voláteis. Apesar de ser o único que realiza este trabalho no Brasil os técnicos responsáveis atestaram a pouca demanda por análises olfatométricas, relacionando o fato a falta de leis que regulem a poluição odorante.

Assim, a dificuldade em se obter laudos que identifiquem e quantifiquem compostos odorantes, contribui para a escassez de subsídios legais para o controle da emissão de odores no Brasil. A subjetividade de uma denúncia a respeito de *cheiro desagradável* e a falta de dispositivos legais que normatizem este tema, as autoridades ficam impedidas de atuar, a não ser que os maus odores causem, simultaneamente, outro tipo de contaminação reconhecida por lei.

Desta forma, pode se dizer que são poucos os países onde há legislação para esta forma de poluição. O levantamento das bases legais realizado para o presente estudo evidenciou que a Austrália, Alemanha, Reino Unido tratam da regulamentação de odores desde o licenciamento de atividades, ou seja, este problema é tratado preventivamente. Além disso, estes países possuem normas técnicas bem definidas que orientam desde a amostragem e coleta das emissões odorantes, estendendo-se às metodologias de medição, avaliação e previsão de impactos odorantes.

Como este assunto é tratado no Brasil de forma muito incipiente, seria prudente que quando da formulação de um dispositivo legal de controle deste tipo de emissão, houvesse uma interação com esses países. Além disso, para que a legislação se efetive como instrumento de controle, esta deve contemplar padrões de emissão e qualidade em relação às fontes emissoras de odor

No estado de Santa Catarina pode-se considerar que houve um retrocesso referente ao controle de emissões odorantes. O Decreto 14.250 de 1981 em seu art. 31 proibia a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidades perceptíveis fora dos limites de propriedade da fonte emissora. O Decreto estabelecia ainda uma lista de poluentes com seus respectivos limites de percepção de odor (LPO) determinado pela sua concentração detectável no ar em partes por milhão (PPM). No entanto o Código Estadual do Meio Ambiente instituído pela Lei nº 14.675/2009 e que substitui o Decreto 14.250, estabelece que sejam consultados os padrões previstos em normas federais.

A exemplo de várias cidades brasileiras, a falta de planejamento do município de Criciúma acarretou no aumento da população residente no entorno de potenciais fontes geradoras de emissões odorantes, aumentando o desconforto da população.

As principais fontes odorantes do município foram identificadas em mapa, após consultas realizadas nos cadastros de reclamações dos órgãos competentes. Durante esta pesquisa, constatou-se que este tipo de problema ambiental é tratado de forma semelhante aos demais, sem que se registre no momento da denúncia informações que venham a contribuir para a identificação do problema por parte dos fiscais. Esta situação associada à falta de instrumentos legais dificulta a solução do problema.

Os principais fatores que determinam o nível de incomodo ou impacto odorante em uma comunidade são as condições operacionais da fonte geradora e as condições do tempo. Numa investigação mais criteriosa é necessário o conhecimento dos procedimentos operacionais e os horários de operação, para assim determinar a frequência e duração, identificando momentos em que o problema se agrava. O registro da direção e da velocidade do vento é fundamental em uma investigação de emissões odorantes devido a influência na dispersão dos poluentes.

O método do júri móvel se mostrou prático e eficiente principalmente para a verificação da existência do odor nos locais avaliados. Foi possível também identificar a intensidade e descrever as características do odor percebido, além da hedonicidade odorante. É importante ressaltar que os resultados obtidos no presente estudo, se aplicam para as condições meteorológicas verificadas no dia do teste e das condições operacionais das fontes emissoras. No presente estudo, o objetivo era avaliar a metodologia de avaliação via júri móvel, e não o de realizar auditoria nas fontes selecionadas. Os resultados demonstraram ainda a possibilidade da utilização deste método na realização de análises preliminares pelo órgão fiscalizador, como também pelo IPC/DPA.

O gerente técnico do IPC/DPA enfatizou a dificuldade encontrada na realização de perícias quando se trata da avaliação de emissões atmosféricas que geram odor, principalmente pela falta de subsídios legais. Acrescentando ainda que no estado do Paraná os trabalhos realizados para avaliação de emissões odorantes são mais constantes pela presença de uma legislação definida para odores pelo fato de o órgão competente se sentir mais seguro em cobrar. Assim deve ser implantada imediatamente uma Lei em Santa Catarina para que se regularize o problema no estado ou deve ser reconhecido o padrão determinado pela resolução SEMA/54 do Paraná.

Em conversa com acadêmicos e moradores de Criciúma verificou-se que muitos nunca ouviram falar em avaliação de odores e torna-se importante a divulgação do tema. A contribuição para o meio científico, acadêmico, empresa onde foi realizado o estágio, e ainda para o município, foi um dos fatores que motivaram o presente trabalho, trazendo para o curso de Engenharia Ambiental da UNESC um assunto inédito que colabore com futuras pesquisas na Universidade.

Para trabalhos futuros sugere-se o desenvolvimento de uma metodologia para classificação das fontes odorantes identificadas no município, podendo para isso utilizar-se da metodologia do júri móvel. Além disso, existe carência de estudos técnicos e científicos que investiguem a área de impacto das emissões odorantes com o uso de modelagem matemática de dispersão atmosférica. Nos órgãos de controle ambiental municipal ou estadual são urgentes estudos que contribuam para a normatização dos procedimentos de registro e de atendimento das reclamações referentes às emissões odorantes.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, N. Z. **Análise Integrada da Qualidade das Águas da Bacia do Rio Araranguá (SC)**. Dissertação de Mestrado. Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2000. 292 p.
- ALEXANDRE, Nadja Zim. . Diagnóstico ambiental da região carbonífera de Santa Catarina: degradação dos recursos naturais. **Revista de Tecnologia e Ambiente (Criciúma)**, Criciúma, SC , v. 5, n. 2 , p., jul./dez. 1999.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Glossário de poluição das águas - Terminologia**. NBR 9896, 1993.
- BACK, A. J. Análise dos dados de Vento. **Revista de Tecnologia e Ambiente**. Criciúma: UNESC, v.5, n.2, p. 7-17, 1999.
- BARKER, K. **Air pollution**. New York, USA: Columbia, 1961. 442 p.
- BELLI FILHO, Paulo et al. **Gestão de Odores e Bidesodorização em um Sistema de Tratamento de Esgoto Sanitário**. ABES - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre, 2000. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/i-013.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2011.
- BELLI FILHO, Paulo; LISBOA, Henrique de Mello; CARMO JR, Gersina Nobre. **Caracterização olfatométrica em uma refinaria de petróleo**. In: XXIX Congresso Interamericano de Ingeniería y Ambiental:forjando el ambiente que compartimos, 2004, San Juan; Puerto Rico. Forjando el Ambiente Que Compartimos. Aidis, 2004. v. 1. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsAIDIS/PuertoRico29/melo.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2011.
- BERNSTEIN, Marianna Augusta Ferrari do Outeiro. Cinco Sentidos: Paladar e Olfato – Sentidos que se confundem. **Blog Despertando Pequenos Cientistas**. Disponível em: <<http://despertandopequenoscientistas.blogspot.com/2010/07/cinco-sentidos-paladar-e-olfato.html>> Acesso em: 22 abr. 2011.
- BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental**. São Paulo: Prentice Hall, 2005. 305 p. ISBN 8587918052
- BRASIL. Resolução CONAMA N.º 003 de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Diário Oficial da União, 22 ago., Seção I, p. 15937 – 15939. Brasília, 1990. Disponível em: <<http://www.ibram.df.gov.br/sites/400/406/00002049.pdf>>. Acesso em 05 mar. 2011.
- BRASIL. Resolução CONAMA N.º 382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. Diário Oficial da União nº 1, 2 jan., p. 131. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res06/res38206.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2011.

Central Pollution Control Board (CPCB). **Guidelines on Odour Pollution & its Control**. Ministry of Environment & Forests, Govt. of India, Delhi, 2008. Disponível em:  
<[http://www.cpcb.nic.in/divisionsofheadoffice/pci2/package\\_odourreport\\_2.12.08.pdf](http://www.cpcb.nic.in/divisionsofheadoffice/pci2/package_odourreport_2.12.08.pdf)>. Acesso em: 21 abr. 2011.

CETESB- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. Poluentes. São Paulo, 2011. Disponível em:  
<<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/Informa??es-B?sicas/21-Poluentes>>. Acesso em: 7 de março de 2011.

CÓRDOVA, Marlon Vieira. **Diagnóstico Ambiental do Setor de Cerâmica Estrutural no Município de Morro da Fumaça - SC**. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Ambiental. Unesc. Criciúma, 72p. 2007.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL PROTECTION (DEP). **Odour Methodology Guideline**. Government of Western Austrália, Western Austrália, 2002. Disponível em:  
<[http://portal.environment.wa.gov.au/pls/portal/docs/PAGE/DOE\\_ADMIN/GUIDELINE\\_REPOSITORY/ODOURMETHOD.PDF](http://portal.environment.wa.gov.au/pls/portal/docs/PAGE/DOE_ADMIN/GUIDELINE_REPOSITORY/ODOURMETHOD.PDF)>. Acesso em: 20 abr. 2011.

DERÍSIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 2. ed. São Paulo: Signus, 2000. 164 p.

Environment Agency. **Horizontal Guidance for Odour Part 2 – Assessment and Control**. Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC). United Kingdom, 2002. Disponível em: <  
[http://www.cschi.cz/odour/files/world/Horizontal%20Guidance%20for%20Odour%20part\\_2\\_Assessment%20and%20Control.pdf](http://www.cschi.cz/odour/files/world/Horizontal%20Guidance%20for%20Odour%20part_2_Assessment%20and%20Control.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2011.

GIULIANO, Rosana Cristina de Souza; GIULIANO, Antonio Donizetti. **Implicações da Proliferação de Odores Ofensivos Sobre a Saúde e o Bem Estar da População Circunvizinha: ETE Piracicamirim - Piracicaba - SP**. IV Encontro Associação Nacional de Pós Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. Brasília, 2008. Disponível em:  
<<http://www.anppas.org.br/encontro4/cd/ARQUIVOS/GT14-420-146-20080521104047.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

GODKE, Mariana Mota. **Aplicação de Metodologias de Avaliação de Odores Integradas ao Saneamento Ambiental**. Relatório Parcial – CNPq – AT/NM. Centro Tecnológico – CTC, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, Nov. 2009. Disponível em: <  
[http://pibic.ufsc.br/files/2010/04/MARIANA\\_REFEITO.pdf](http://pibic.ufsc.br/files/2010/04/MARIANA_REFEITO.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2011.

HARRISON, Roy M., editado por. **Pollution: Causes, effects and control**. 3.ed Paston: Royal Society of Chemistry, 2000. 480 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades**. 2011. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/topwindow.htm?1>>. Acesso em: 22 abr. 2011.

IPAT/ UNESCO. Instituto de Pesquisas Ambientais e Tecnológicas / Univerisdade do Extremo Sul Catarinense. **Insumos para Revisão do Plano diretor do Município de Criciúma. Relatório Final**. Criciúma, 2007. 235p.

Laboratório de Controle da Qualidade do Ar (LCQAR). **Olfatometria**. Florianópolis, 2011. Disponível em: < <http://www.lcqar.ufsc.br/olfa.htm>>. Acesso em: 15 mar. 2011.

LACEY, Marina Eller Quadros; SCHIRMER, Waldir Nagel; LISBOA, Henrique de Melo. **A olfatometria como ferramenta na verificação da eficácia de neutralizador de odor industrial**. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais* V. 4 N. 3 Set./Dez. 2008. Disponível em: < [http://www.unicentro.br/editora/revistas/ambiencia/v4n3/367-382\\_art02.pdf](http://www.unicentro.br/editora/revistas/ambiencia/v4n3/367-382_art02.pdf)>. Acesso em: 22 abr. 2011.

LISBOA, Henrique de Melo; PAGE, Thierry; GUY, Christophe. **Gestão de odores: fundamentos do Nariz Eletrônico**. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, n.1, v.14, jan.-mar. 2009, p. 9-18. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/esa/v14n1/v14n1a02.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2011.

LISBOA, Henrique M. et al. **Metodologias Olfatométricas para Avaliação do Impacto Odorante**. Laboratório de Controle da Qualidade do Ar – LCQAr. Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC, Florianópolis, setembro de 2010.

MACINTYRE, Archibald Joseph . **Ventilação industrial e controle da poluição**. 2 ed. Rio de Janeiro: LTC, c1990. 403 p.

MCGINLEY, Charles M.; MCGINLEY, Michael A.; MCGINLEY, Donna L. **Odor Basics, Understanding and Using Odor Testing**. The 22nd Annual Hawaii Water Environment Association Conference. Hawaii, Jun. 2000.

MACKIE et al. Biochemical identification and biological origin of key odor components in livestock waste. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1331 – 1342, 1998. Disponível em: <<http://jas.fass.org/cgi/reprint/76/5/1331?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=&fulltext=Biochemical+Identification+and+Biological+Origin+of+Key+Odor&searchid=1&FIRSTINDEX=0&resourcetype=HWCIT>>. Acesso em: 23 fev. 2011.

Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Qualidade do Ar**. Brasília, 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/sitio/index.php?ido=conteudo.monta&idEstrutura=163>>. Acesso em: 7 de março de 2011.

Ministry of the Environment. **The Offensive Odor Control Law in Japan**. Government of Japan, Tokyo, 2003. Disponível em: < [http://www.env.go.jp/en/laws/air/offensive\\_odor/all.pdf](http://www.env.go.jp/en/laws/air/offensive_odor/all.pdf)>. Acesso em: 29 mar. 2011.

MUNIZ, Ana Cristina Silva. **Investigação do Limite de Percepção Olfativa por Olfatometria e por Cromatografia Gasosa-Espectrometria de Massa**. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC. Florianópolis, 2007. Disponível em: <<http://www.lcqar.ufsc.br/adm/publicacoes/TESEACSMuniz.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

ODOURNET. **Legislation**. Amsterdam, 2011a. Disponível em: <<http://www.odournet.com/legislation.html>>. Acesso em: 29 mar. 2011.

ODOURNET. **Frequently Asked Questions**. Amsterdam, 2011b. Disponível em: <<http://www.odournet.com/faqs.html>>. Acesso em: 10 abr. 2011.

OLIVEIRA, Lúcia Helena. Olfato: O sentido da vida. **Super Interessante**. São Paulo, n. 4, 1988. Editora Abril. Disponível em: <[http://super.abril.com.br/superarquivo/1988/conteudo\\_111018.shtml](http://super.abril.com.br/superarquivo/1988/conteudo_111018.shtml)>. Acesso em: 12 mar. 2011.

OLIVEIRA, Lúcia Helena; SILVA, Carlos Eduardo Lins. Nariz x Nariz. **Super Interessante**. São Paulo, n. 116, 1997. Editora Abril. Disponível em: <<http://super.abril.com.br/tecnologia/nariz-x-nariz-437006.shtml>>. Acesso em: 12 mar. 2011.

PAGE, Thierry. Is odor measurement subjective or based on science. **The Odor Management Blog**. 2011. Disponível em: <<http://blog.odotech.com/?Tag=olfactometry>>. Acesso em: 15 mar. 2011.

PARANÁ. Resolução nº 054, de 22 de dezembro de 2006. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná (SEMA), Curitiba, 2006. Disponível em: <[http://www.confor.com.br/catalogos\\_pdf/res\\_054\\_06.pdf](http://www.confor.com.br/catalogos_pdf/res_054_06.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2011.

PREFEITURA MUNICIPAL DE CRICIÚMA (PMC). **Dados sobre Criciúma - Santa Catarina**. Criciúma, 2011. Disponível em: <[http://www.criciuma.sc.gov.br/perfil\\_cidade.php](http://www.criciuma.sc.gov.br/perfil_cidade.php)>. Acesso em: 22 abr. 2011.

QUADROS, Marina Eller. **Avaliação de Odores em Aterros Sanitários e Certificação de um Juri à Olfatometria**. Trabalho de Conclusão de Curso, UFSC, Florianópolis, 2004. Disponível em: <<http://www.lcqar.ufsc.br/adm/publicacoes/TCC2%20Marina%20Eller%20Quadros.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

ROCHA, Julio Cesar; ROSA, André Henrique; CARDOSO, Arnaldo Alves. **Introdução à química ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 2004. 154 p.

SANTA CATARINA. Decreto nº 14250, de 05 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e a melhoria da qualidade ambiental. Diário Oficial do Estado, 09 jun., Florianópolis, 1981. Disponível em: <[http://www.fwlab.com.br/artigos/decreto\\_n\\_14250.pdf](http://www.fwlab.com.br/artigos/decreto_n_14250.pdf)>. Acesso em 03 mar. 2011.

SANTA CATARINA. Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Diário Oficial do Estado nº 18.585, 14 abr. Florianópolis, 2009. Disponível em: <[http://www.sc.gov.br/downloads/Lei\\_14675.pdf](http://www.sc.gov.br/downloads/Lei_14675.pdf)>. Acesso em: 03 mar. 2011.

SANTA CATARINA. Resolução CONSEMA N.º 003 de 2008. Aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental passíveis de licenciamento ambiental pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA e a indicação do competente estudo ambiental para fins de licenciamento. Diário Oficial do Estado nº 18.351, 29 abr. Florianópolis, 2008.

SCHWAB, Francisco Carlos Coelho. **Odores Incômodos em Emissões Industriais: Aspectos Teóricos, Práticas Atuais e Um Estudo de Caso em Fábrica Agroquímica.** Tese de Mestrado, Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <<http://www.peamb.eng.uerj.br/trabalhosconclusao/2003/PEAMB2003FCCSchwab.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2011.

SHIMER, Waldir Nagel et al. **Características, Natureza e Métodos de Amostragem/ Análise de Gases Odorantes Emitidos em Processos Industriais: Caso das Lagoas de Tratamento de Efluentes.** Revista de Ciências Ambientais, Canoas, v.1, n.2, p. 35 a 52, 2007. Disponível em: <[http://www.unilasalle.edu.br/rbca/v2\\_03.pdf](http://www.unilasalle.edu.br/rbca/v2_03.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2011.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Six Common Air Pollutants.** 2011. Disponível em: <<http://www.epa.gov/air/oaqps/urbanair/>>. Acesso em: 3 de mar. de 2011.

**APÊNDICE A: Questionário para seleção do júri móvel.**

Nome: \_\_\_\_\_

**1. Você mora em Criciúma?**

SIM ( )      NÃO ( )

**2 Com relação aos problemas ambientais em Criciúma, você sente algum odor que te incomoda ?**

SIM ( )      NÃO ( )

**3. Liste as fontes emissoras de odor que você percebe no município de Criciúma:**

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**4. Você considera as emissões de odor um problema ambiental?**

---

---

---

---

---

**5. Você gostaria de participar como voluntário de um júri olfatométrico? Caso afirmativo, é fumante ou possui algum problema respiratório?**

---

---

---

---

---

**APÊNDICE B: Questionário de Avaliação do Impacto Odorante.**

**Local:**

**Data:**

**Horário:**

**Localização/Coordenadas:** .....

**Condições do tempo:**.....

**Direção do vento:**

**Jurado:**

**1 Você sente algum odor que te incomoda?**

SIM ( )                      NÃO ( )

**2 Que tipos de incômodos este odor pode provocar em você? (assinalar diversas)**

2a ( ) Irritação na garganta                      2d. ( ) Dor de cabeça

2b. ( ) Náusea    2e. ( ) Irritação nos olhos                      2g. ( ) Outros:

2c. ( ) Dificuldade Respiratória                      2f. ( ) Não sei

**3. Você pode descrever esse odor? (assinalar diversas)**

3a. ( ) Ovo estragado                      3d. ( ) Tinta    3g. ( ) Químico

3b. ( ) Esgoto    3e. ( ) Fertilizante    3h. ( ) Não sei

3c. ( ) Óleo queimado                      3f. ( ) Gasolina    3i. ( ) Outro: \_\_\_\_\_

**4. O odor que você percebe é: (assinalar apenas uma)**

( ) Fraco 1 ( ) Médio 2 ( ) Forte 3

**5. Quanto desagradável ou agradável é o odor que você percebe: (assinalar apenas uma)**

Desagradável

Neutro

Agradável

( )

( )

( )

**5. Caso você fosse um morador da região afetada o odor te incomodaria?**

SIM ( )                      NÃO ( )

**6. Comentários/Observações:**

---



---



---



---



---

**APÊNDICE C: Mapa das Fontes Odorantes no Município de Criciúma, SC.**

**APÊNDICE D: Detalhe da Distribuição das Fontes Odorantes na Área Urbana de Criciúma.**

## **ANEXO A: Código de Conduta do Júri para Análises Olfatométricas**

### **Conforme a norma EN-13725**

1. Os membros do júri devem ter idade mínima de 16 anos, ser voluntários e capazes de seguir as instruções;
2. Fumantes não podem fazer parte do júri;
3. Os membros do júri devem estar motivados para efetuar o trabalho conscientemente;
4. Estar disponível para uma sessão de medida completa e de preferência uma sessão que dure o suficiente para elaborar e controlar um histórico de medida;
5. A partir de 30 minutos antes, e durante a medida olfatométrica, os membros do júri não devem ser autorizados a fumar, comer, beber (exceto água) ou mastigar goma de mascar ou chupar balas;
6. Os membros do júri devem tomar cuidado em não provocar interferência em sua própria percepção ou mesmo dos outros nas salas de odores por falta de higiene pessoal ou por utilização de perfumes, desodorante, loção corporal ou produtos de beleza;
7. Os membros do júri que estejam sofrendo de gripe ou de outra infecção afetando a sua percepção de odor (por exemplo, crises de alergia, sinusite) devem ser excluídos imediatamente da medida;
8. Os membros do júri devem estar presentes na sala de medida de odores 15 minutos antes do início das medidas a fim de se adaptar ao verdadeiro ambiente de odores da sala de medida;
9. Começando as medidas os membros do júri não devem mais se comunicar entre si sobre os resultados de suas escolhas.